

**UNIVERSIDAD TECNOLOGICA ISRAEL**

**FACULTAD DE ELECTRONICA DIGITAL Y  
TELECOMUNICACIONES**



**PROYECTO DE TESIS DE GRADO**

**DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UNA MAQUINA DE  
MEZCLADO Y ENVASADO PARA ELABORAR PRODUCTOS DE  
ASEO Y LIMPIEZA.**

**MIGUEL ANGEL PORTILLA GUERRA**

**TUTOR: MBA. WILMER ALBARRACIN**

**Martes, 15 de Marzo del 2012**

# INDICE

<b>CAPITULO I</b>	<b>1</b>
1.1 INTRODUCCION	1
1.2 ANTECEDENTES	2
1.3 PROBLEMA INVESTIGADO	3
1.3.1 Problema Principal	6
1.3.2 Problemas Secundarios	6
1.4 Formulación del problema	6
1.5 JUSTIFICACION	7
1.6 OBJETIVOS	8
1.6.1 Objetivo Principal	8
1.6.2 Objetivos Especificos	8
1.7 METODOLOGIA CIENTIFICA	9
<b>CAPITULO II</b>	<b>10</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b>	<b>10</b>
2.1 Neumática	10
2.1.1. Concepto de presión	10
2.1.2 Leyes de los gases	11
2.1.2.1 Ley de Dalton	11
2.1.2.2 Ley de Boyle	12
2.1.2.3 Ley de Charles	12
2.1.2.4 Ley de Henry	13
2.1.3 Principios Físicos de la Neumática	14
2.1.3.1 Presión	14
2.1.3.2 El caudal de un fluido	14
2.1.3.3 Unidades de medida, presión y sus factores de conversión	15
2.1.4 El aire comprimido	16
2.1.5 Generación del aire comprimido	17
2.1.5.1 El compresor	17
2.1.5.2 Partes del Compresor	18
2.1.5.3 Circuito neumático	19
2.1.5.4 Generador de aire comprimido	19
2.1.5.5 Tuberías y los conductos	19
2.1.5.6 Actuadores	19
2.1.5.7 Elementos de control	20
2.1.5.8 Componentes del circuito neumático	20
2.1.6.1 Cilindros de simple efecto	23
2.1.6.2 Cilindros de doble efecto	24
2.1.7 Válvulas neumáticas	26
2.1.7.1 Válvulas de distribución	26
2.1.7.2 Válvulas de bloqueo	26
2.1.7.3 Válvulas reguladoras	26

<b>2.2 Elementos de mando y control</b>	<b>27</b>
<b>2.3 Electroneumática</b>	<b>29</b>
2.3.1 Dispositivos eléctricos	30
2.3.2 Elementos de retención	30
2.3.3 Interruptores mecánicos de final de carrera	31
2.3.4 Relevadores	31
2.3.5 Válvulas	33
<b>2.4 Sensores</b>	<b>34</b>
2.4.1 Clases de sensores	34
<b>2.4.1.1 Sensor de Velocidad</b>	<b>36</b>
<b>2.4.1.2 Sensor de proximidad</b>	<b>36</b>
<b>2.4.1.3 Sensor Capacitivo</b>	<b>37</b>
<b>2.4.1.4 Sensor Inductivo</b>	<b>38</b>
<b>2.4.1.5 Sensor Fotoeléctrico</b>	<b>39</b>
<b>2.5 Simbología eléctrica</b>	<b>40</b>
<b>2.6 Plc</b>	<b>41</b>
2.6.1 Estructura de un Controlador Lógico Programable	41
2.6.2 Interfaces de entradas y salidas	42
2.6.3 Dispositivos de Programación	42
2.6.4 Funcionamiento del CPU	42
2.6.5 Nomenclatura de las Entradas y Salidas Digitales	43
2.6.6 Naturaleza de los Circuitos de Entradas Digitales	43
2.6.7 Naturaleza de los Circuitos de Salidas Digitales	44
2.6.8 Corriente de los Circuitos	44
2.6.9 Otros Tipos de Entradas y Salidas Digitales	44
2.6.10 Fuente de Poder	45
2.6.11 Controles de Operario	45
2.6.12 Interfaz de Programación	45
<b>2.6.12.1 Módulos de Expansión</b>	<b>46</b>
<b>2.7 Banda transportadora</b>	<b>47</b>
2.7.1 Características generales	47
2.7.2 Tipos de cintas	47
2.7.3 Partes de una cinta	49
2.7.4 Métodos de diseño	50
<b>2.7.4.1 Método Gráfico</b>	<b>51</b>
<b>2.7.4.2 Método Analítico</b>	<b>51</b>
<b>2.7.5 Consideraciones para el ancho y velocidad de la cinta:</b>	<b>51</b>
<b>2.8 Motores eléctricos</b>	<b>52</b>
2.8.1 Clasificación	53
<b>2.8.1.1 Corriente continua:</b>	<b>53</b>
<b>2.8.1.2 Corriente alterna</b>	<b>53</b>
2.8.2 Motores de corriente continúa	53
<b>2.8.2.1 Clases de motores de corriente continua</b>	<b>54</b>
2.8.3 Motores Asíncronos	56
<b>2.8.3.1 Clasificación de los motores asíncronos</b>	<b>56</b>
2.8.4 Determinación óptima de la potencia de motores	56

2.8.5 Conveniencia de la instalación de Motores trifásicos en lugar de monofásicos	57
<b>2.9 Matriz de decisión</b>	<b>58</b>
<b>CAPITULO III</b>	<b>66</b>
<b>DISEÑO DEL MEZCLADOR Y ENVASADORA INDUSTRIAL</b>	<b>66</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>66</b>
<b>3.1 Descripción del sistema</b>	<b>66</b>
3.1.1 Proceso general de producción	67
3.1.2 Proceso de mezclado y envasado manual por el trabajador	68
3.1.3 Proceso de mezclado y envasado automático	70
<b>3.2 Parámetros de diseño y requerimientos funcionales</b>	<b>71</b>
3.2.1 Pasos considerados para diseñar la mezcladora industrial	71
3.2.2 Especificaciones de la mezcladora industrial	72
3.2.3 Pasos considerados para diseñar la envasadora industrial	74
3.2.4 Especificaciones de la envasadora industrial	76
3.2.4.1 Diseño del proceso manual/automático de la máquina	78
<b>3.2.4.2 Condiciones de trabajo de la máquina</b>	<b>79</b>
<b>3.2.4.3 Encendido de la máquina</b>	<b>79</b>
<b>3.2.4.4 Etapa de Mezclado</b>	<b>80</b>
<b>3.2.4.5 Etapa de Envasado</b>	<b>82</b>
<b>3.2.4.6 Descripción de elementos de mando y fuerza:</b>	<b>85</b>
3.2.5 Filosofía de control	86
<b>3.2.5.1 Proceso de producción general</b>	<b>87</b>
<b>3.2.5.2 Proceso de programación del HMI</b>	<b>88</b>
<b>3.2.5.3 Proceso de Mezclado</b>	<b>89</b>
<b>3.2.5.4 Proceso de Envasado</b>	<b>90</b>
3.2.6 Diseño de la maquina	91
<b>3.2.6.1 Diseño del mezclador</b>	<b>92</b>
<b>3.2.6.2 Dimensiones del mezclador</b>	<b>92</b>
<b>3.2.6.3 Diseño y dimensiones de la paleta para el mezclado</b>	<b>93</b>
<b>3.2.6.4 Diseño y dimensiones de la mesa de trabajo</b>	<b>94</b>
<b>3.2.6.5 Diseño y dimensiones del banco de soporte para el mezclador</b>	<b>95</b>
<b>3.2.6.6 Diseño y dimensiones del cilindro de carga y descarga del producto.</b>	<b>96</b>
<b>3.2.6.7 Diseño y dimensiones del cilindro y de la aguja antigoteo para el llenado de los envases.</b>	<b>98</b>
<b>3.2.6.8 Diseño y dimensiones de la mesa para acoplar la banda transportadora</b>	<b>99</b>
<b>3.2.6.9 Diseño y dimensiones de los componentes necesarios para la implementación de la mesa de la banda transportadora</b>	<b>100</b>
<b>3.3 CALCULOS REQUERIDOS PARA EL DISEÑO DE LA MAQUINA</b>	<b>102</b>
3.3.1 Cálculos del mezclador	102
<b>3.3.1.1 Consideraciones para la potencia del motor</b>	<b>102</b>
<b>3.3.1.2 Cálculo del volumen del mezclador</b>	<b>104</b>
3.3.2 Cálculo del volumen del cilindro de carga y descarga del líquido	104
3.3.3 Cálculos de la banda trasportadora	105
<b>3.3.3.1 Consideraciones para la potencia del motor</b>	<b>105</b>
3.3.4 Consideraciones del compresor	106
3.3.5 Cálculo de las protecciones de la máquina	107

3.3.5.1	Cálculo de protecciones para los motores	107
3.3.5.2	Cálculo de protecciones para los variadores	108
3.3.5.3	Protecciones para los relés y salidas y entradas del PLC	108
3.4	Requerimientos del sistema	109
3.4.1	Requerimientos Generales	109
3.4.1.1	Sensores	109
3.4.1.2	Microswitch	110
3.4.1.3	Electroválvulas	111
3.4.2	Especificaciones técnicas de los controladores usados en la máquina	112
3.4.2.1	Sensor capacitivo	112
3.4.2.2	Sensor fotoeléctrico	113
3.4.2.3	Sensor magnético	113
3.4.2.4	Microswitch pequeño	114
3.4.2.5	Electroválvula de accionamiento directo	115
3.4.2.6	Electroválvula neumática de 3/2 de accionamiento directo	115
3.4.2.7	Electroválvula neumática de 2/2 de accionamiento directo	116
3.4.3	Requerimientos Específicos	117
3.4.3.1	Controlador lógico programable	117
3.4.3.2	Especificaciones técnicas del PLC	117
3.4.3.3	Conexión del cable de programación	118
3.4.3.4	Funciones externas y dimensiones del PLC	120
3.4.3.5	Interfaz humano máquina	121
3.4.3.6	Especificaciones técnicas de la Hmi	121
3.4.3.8	Modo de Conexión del Plc al Hmi	123
3.4.3.9	Relés	123
3.4.3.10	Especificaciones técnicas de los relés	123
3.4.3.11	Fuente de voltaje de 24 VDC	124
3.4.3.12	Especificaciones técnicas de la fuente de voltaje	125
3.4.3.13	Pistón Inyector de doble efecto	125
3.4.3.14	Especificaciones técnicas del Pistón de doble efecto	126
3.4.3.15	Variador de Velocidad	127
3.4.3.16	Especificaciones técnicas del variador de velocidad	127
3.4.3.17	Armario pequeño para el tablero de control	128
<b>3.5</b>	<b>Diseño eléctrico del sistema de control</b>	<b>129</b>
3.5.1	Diseño del tablero de control	131
3.5.2	Diagrama de conexiones de las entradas y salidas del PLC	132
3.5.3	Descripción las entradas y salidas del PLC	133
3.5.4	Diagrama de fuerza de las salidas del Plc	134
3.5.5	Diagrama de fuerza de la máquina	135
3.5.6	Descripción de las electroválvulas	136
3.5.7	Diagrama de fuerza de los variadores y motores	137
3.5.8	Filtro pasa bajo para variar la frecuencia del variador	138
3.5.9	Diagrama de protecciones de la máquina	138
3.5.10	Diagrama neumático máquina	139
<b>3.6</b>	<b>Diseño del software del Hmi y del Plc</b>	<b>140</b>
3.6.1	Diseño de configuración en el software del Hmi	140
3.6.2	Procedimiento para la configuración del Hmi	140
3.6.1.1	Diseño del la configuración del Hmi para la automatización de la máquina	147

3.6.2	Diseño de programación en el software del Plc _____	152
3.6.3	Descripción de entradas y salidas internas y externas del Hmi y Plc _____	154
3.6.4	Descripción de los temporizadores internos del Plc _____	155
3.6.5	Descripción de los contadores internos del Plc _____	155
3.6.6	Descripción de los registros de memoria del Plc y Hmi _____	156
3.6.7	Descripción de los registros de memoria variables del Hmi _____	156
3.6.8	Descripción de las memorias internas del Plc y Hmi _____	157
3.6.9	Diseño del programa ladder del Plc para la automatización de la máquina _____	160
<b>3.7</b>	<b>Construcción e implementación de la máquina _____</b>	<b>174</b>
3.7.1	Construcción e implementación del tanque de mezcla _____	174
3.7.2	Construcción de la mesa de trabajo _____	175
3.7.3	Construcción del soporte para el tanque de mezcla _____	176
3.7.4	Construcción del cilindro de carga y descarga del producto _____	177
3.7.5	Construcción de la mesa para la banda transportadora _____	178
3.7.6	Construcción de la estructura de la máquina _____	179
3.7.7	Instalación del tablero de control y elementos de control _____	180
3.7.8	Conexiones de los relés y la fuente de 24VDC _____	181
3.7.9	Armado de la caja del tablero de control y la caja de mantenimiento neumático. _____	182
3.7.10	Elementos de la unidad de mantenimiento neumático _____	183
3.7.11	Características de los motores usados, relés y la instalación de los variadores _____	184
3.7.12	Instalación y cableado de los elementos de mando y fuerza de la máquina _____	185
3.7.13	Instalación del Hmi y el tablero de control _____	186
3.7.14	Conexiones del tablero de control y regleta de conexiones externas _____	187
3.7.15	Instalación de la red eléctrica e unidad de mantenimiento neumático _____	188
3.7.16	Instalación de los pistones de envasado, mangueras neumáticas y programación del Plc - Hmi _____	189
<b>3.8</b>	<b>Pruebas realizadas de la máquina conjuntamente con el Plc y Hmi _____</b>	<b>190</b>
3.8.1	Pruebas realizadas en modo manual para verificar el funcionamiento neumático _____	191
3.8.2	Pruebas de envasado en modo automático _____	192
3.8.3	Pruebas de envasado con envases de 1 galón _____	193
3.8.4	Pruebas realizadas _____	194
<b>CAPITULO IV</b>	<b>_____</b>	<b>195</b>
<b>4.1</b>	<b>Introducción _____</b>	<b>195</b>
<b>4.2</b>	<b>Inversión inicial _____</b>	<b>195</b>
4.2.1	Costos de la estructura metálica _____	196
4.2.2	Cálculos internos de la automatización de la maquina _____	196
4.2.3	Costos de suministros _____	198
4.2.4	Costo de herramientas _____	198
4.2.5	Costos de repuestos _____	199
4.2.6	Costo de mano de obra _____	199
4.2.7	Resumen de costos _____	200
4.2.8	Flujo de caja _____	200
<b>4.3</b>	<b>Análisis financiero _____</b>	<b>200</b>
4.3.1	Flujo de caja- producción manual _____	201
4.3.2	Flujo de caja-producción implementando la maquina _____	202
<b>4.4</b>	<b>Evaluación de rentabilidad del proyecto _____</b>	<b>202</b>

<b>CAPITULO V</b>	<b>204</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>204</b>
5.1 Conclusiones	204
5.2 Recomendaciones	205
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>207</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>208</b>

## CAPITULO I

### 1.1 INTRODUCCION

En este capítulo se aborda conceptos generales como motores AC –DC, electroválvulas, neumática, etc. Para la automatización de la máquina mezcladora y envasadora de productos de aseo y limpieza se utilizan varios dispositivos de control los cuales se encargan de controlar la máquina de acuerdo a la disposición del usuario.

En el presente capítulo se pretende describir los aspectos generales que guiaron a la realización de este proyecto, de los cuales constan:

Los antecedentes, que muestran una breve descripción física del estado en el que se encontraba la microempresa Aseolim donde se puso en funcionamiento la máquina de mezclado y envasado. El problema investigado, que describe detalladamente cual es la situación actual de la microempresa Aseolim con respecto a otras microempresas que dependen de una máquina para elaborar el producto. La formulación del problema, que es de manera general el por qué de la realización de este proyecto y la justificación y metodología aplicada para su realización.

## 1.2 ANTECEDENTES

La microempresa ASEOLIM, integrada por 2 estudiantes egresadas de Química Farmacéutica, establecida con su patrimonio en la ciudad de Quito, en la dirección N-56B y de los Nardos, tiene dos años de operación en la fabricación de artículos de aseo y limpieza. Los integrantes de la microempresa son técnicos en química y farmacia, y también se desenvuelven como operativos fabricantes; la parte contable, proveeduría y de ventas está a cargo del señor Angel Portilla Santander.

Los productos que se producen en Aseolim son: jabón líquido, desinfectante personal y domestico, shampoo de autos, shampoo personal.

La selección de ingredientes químicos las condiciona el químico responsable<sup>1</sup> pero las fases de mezclado y envasado son las que se las realiza generando perdidas de dinero y tiempo.

Ahora, ASEOLIM, que se perfila para microempresa sostenible y de crecimiento continuo, hace esfuerzos para automatizar su producción, se topa con la dificultad de que, debe adquirir, por una parte, una máquina, mezcladora y por otra, una máquina envasadora. El mercado sí oferta estos bienes, pero no dispone de un equipo integral que cumpla por sí todo el proceso productivo y peor aún a un costo económico para una microempresa.

---

<sup>1</sup> Químico responsable: Es una persona con estudios avanzados en química quién prepara y formula los químicos para poder fabricar los productos de aseo y limpieza.

### 1.3 PROBLEMA INVESTIGADO

La microempresa ASEOLIM, depende de un grupo de químicas permanentes que realizan todos los procesos manuales para obtener los productos de aseo y limpieza.

Estos procesos manuales como consecuencia a largo plazo puede ocasionar envejecimiento prematuro de la piel por manipular constantemente químicos delicados y varices por que todo el proceso se lo realiza de pie y por tiempos muy prolongados como también problemas en la espalda ya que el proceso de mezclado se lo realiza de forma inclinada, por lo que no existe una forma de elaborar los productos de aseo y limpieza en forma continua, masiva y automática que reemplace este proceso manual al menor costo.

El siguiente proceso es para producir 1 galón de Jabón líquido:

El Químico pesa 450gr de Texapón, 80gr de Coperland, 200gr de agua, 20gr de Cloruro de Sodio, 2g de Bronidox, 250 de Propilén glicol y 200ml de agua y mezcla manualmente.

La ayudante inicia el mezclado batiendo en forma circular por 5 minutos y en consecuencia se genera un salario más a la hora de mezclar los ingredientes manualmente a la falta de equipos de mezclado, pudiendo ocasionar enfermedades en un futuro por el contacto permanente con los químicos y por el proceso de mezclado manual, añadiendo el tiempo que tiene que permanecer de pie.

El Químico coloca en un recipiente 4000ml de una mezcla de agua, colorante, ácido cítrico y perfume y la ayudante se encarga de dispensar al compartimiento común 500ml y bate por 5 minutos y repite el procedimiento hasta terminar con la mezcla de 4000 ml para evitar que los ingredientes formen grumos entre si.

El Químico agrega 70 gr Cloruro de sodio y la ayudante mezcla por 5 minutos más.

Se deja reposar

La ayudante dispensa manualmente en galón, litro, medio litro, medio galón, el producto obtenido evidenciando una desventaja ya que a la falta de un sistema neumático automatizado se genera un gasto más en mano de obra al llevar los recipientes para envasarlos manualmente.

En la actualidad, los procesos de producción de productos de aseo y limpieza están avanzando a un ritmo acelerado. La apertura de los mercados y el aumento exponencial de la competencia así como la creciente demanda ha requerido de una optimización de los procesos.

En países como el nuestro las industrias pequeñas o medianas dedicadas a la fabricación de productos de aseo y limpieza se están integrando gradualmente a este tipo de procesos de cambio. Están dejando atrás los viejos métodos de producción, manuales e ineficientes, y están rompiendo el paradigma que sostiene que solo las grandes empresas son las que pueden tener acceso a las últimas tecnologías en la elaboración de productos de aseo y limpieza.

Los pequeños y grandes productores de productos de aseo y limpieza, no quieren ser ajenos a los nuevos mercados que se están abriendo paso, por el contrario, buscan traer más consumidores, para lo cual deben innovar en sus procesos de producción, mejorando no solo la calidad de sus productos sino la eficiencia de sus procesos, aspecto que le abre campo a la creación de nuevas herramientas tecnológicas y de automatización, nuevas alternativas que le brinden más argumentos para poder llegar a un mercado y mantenerse.

En Quito no existen proveedores de máquinas nacionales para mezclar y envasar dichos productos de aseo y limpieza, los existentes son importadores y por esta causa, las máquinas, registran precios onerosos por lo que aleja la posibilidad de que sectores sociales se incorporen a este negocio.

Por ejemplo, ASTIMEC<sup>2</sup> es una entidad que se dedica a la fabricación de máquinas industriales de mezclado y envasado pero, en razón de a su alto prestigio y por trabajar con piezas importadas como motores y bandas transportadoras de marca, los costos son muy elevados para cada máquina, superando los 19.000 dólares, por lo que su compra se torna inaccesibles por parte de una micro empresa, o de una artesanía o de una unidad de producción familiar.

La autogeneración de empleo se perfila como válida estrategia de desarrollo para que, la población económicamente activa auto genere sus ingresos, Aquí se inscribe este proyecto de: construir una máquina automatizada, simplificada y de bajo costo para elaborar productos de aseo y limpieza.

---

<sup>2</sup> ASTIMEC: <http://www.astimec.net/llenadora-de-botellas.html>

### **1.3.1 Problema Principal**

La microempresa ASEOLIM carece de una máquina mezcladora y envasadora para la elaboración de productos de aseo y limpieza.

### **1.3.2 Problemas Secundarios**

Son desconocidos los procesos y diseños de acoplamiento entre sistema neumático y electromecánico.

Desconocimiento de los equipos de neumática y dispositivos electrónicos necesarios a emplearse en la construcción de esta máquina.

Falta de conocimiento de mecanismos electrónicos y mecánicos para acoplar la banda transportadora de envases a la máquina.

Desconocimiento de las características de motores AC-DC más convenientes a usarse en este proyecto.

## **1.4 Formulación del problema**

¿El diseño e implementación de una máquina mezcladora y envasadora de productos de aseo y limpieza facilitará la elaboración de dichos productos para de esta manera satisfacer la demanda y crecer como microempresa?

## 1.5 JUSTIFICACION

En el mercado actual no existe un sistema automatizado económico que permita elaborar productos de aseo y limpieza por lo que con este proyecto se pretende diseñar una máquina de 2 funciones en la misma, de mezclado y envasado, mientras que en el mercado industrial cada máquina tiene una función específica por lo que los costos se exageran impidiendo la adquisición de una de estas para crear una microempresa.

El diseño y construcción de la máquina para hacer productos de aseo y limpieza es una nueva alternativa creativa, económica y sencilla que brinda al usuario un fácil manejo permitiendo elaborar variedad de productos, eliminando procesos manuales y aumentando ganancias en la producción.

Este proyecto se realizó para satisfacer la necesidad de una máquina mezcladora y envasadora requerida por ASEOLIM, microempresa dedicada a la elaboración de productos de aseo y limpieza que se encuentra en una etapa de expansión de mercados y como búsqueda queda aumentar su producción para satisfacer la demanda.

## **1.6 OBJETIVOS**

### **1.6.1 Objetivo Principal**

Diseñar y construir una máquina: multifuncional y simplificada, de fácil manejo para elaborar productos de aseo y limpieza en la microempresa ASEOLIM.

### **1.6.2 Objetivos Específicos**

Investigar y definir los parámetros necesarios, dentro de neumática, que permita solucionar la fase de dosificación de los productos de aseo y limpieza para su envasado.

Investigar sobre los equipos de neumática y dispositivos electrónicos necesarios para usar en este proyecto.

Analizar los mecanismos electrónicos y mecánicos que intervienen en la incorporación de la banda transportadora de envases en la máquina a implementarse.

Investigar los parámetros y características de motores DC-AC más convenientes para poder validar este proyecto.

## **1.7 METODOLOGIA CIENTIFICA**

Para la realización de este proyecto de tesis, se utilizó el método de conocimiento teórico, para recopilar información de: libros de Neumática, electrónica, mecánica y navegación en Internet. Con esta información se pudo profundizar y deducir diferentes conceptualizaciones que fueron de utilidad para alcanzar los objetivos planteados.

Aplicando los métodos inductivo y deductivo se diseñó la parte electrónica para el sistema de control de la máquina que cumplió con los requerimientos propuestos.

Los métodos de observación, análisis y síntesis, permitieron determinar en forma tangible la realidad en la que se encuentra este proyecto en relación al mercado.

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

En este capítulo se detalla los conceptos principales de los temas implicados en este proyecto para estar acorde con la tecnología actual y tener un proyecto garantizado en óptimo funcionamiento.

#### 2.1 Neumática<sup>3</sup>

La neumática es la tecnología que emplea el aire comprimido como modo de transmisión de la energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos. El aire es un material elástico y, por tanto, al aplicarle una fuerza se comprime, mantiene esta compresión y devuelve la energía acumulada cuando se le permite expandirse.

##### 2.1.1. Concepto de presión<sup>4</sup>

En el Sistema Internacional, la presión se mide en una unidad derivada que se denomina *pascal* (Pa) que es equivalente a una fuerza total de un newton actuando uniformemente en un metro cuadrado. En el Sistema Inglés la presión se mide en una unidad derivada denominada *libra por pulgada cuadrada* (pound per square inch) psi, que es equivalente a una fuerza total de una libra actuando en una pulgada cuadrada.

---

<sup>3</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/Neum%C3%A1tica>

<sup>4</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/Presi%C3%B3n>

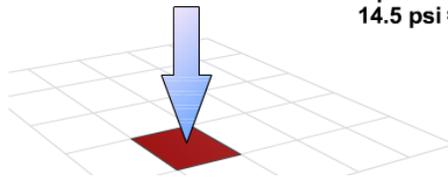
La presión equivale a la fuerza que actúa sobre la unidad de superficie. Cuando sobre una superficie plana de área  $A$  se aplica una fuerza normal  $F$  de manera uniforme, la presión  $P$  viene dada por:

$$P = \frac{F}{A}$$

**Ecuación 2.1** Fórmula para calcular la presión

### Presión

- 1 bar = 100.000 N/m<sup>2</sup> (Newtons por metro cuadrado).
- 1 bar = 10 N/cm<sup>2</sup>
- 1.000 mbar = 1 bar
- El sistema de medidas anglosajón utiliza los pies por pulgada cuadrada (psi)  
1 psi = 68.95mbar  
14.5 psi = 1bar



**Figura 2.1** Magnitud de la presión

## 2.1.2 Leyes de los gases<sup>5</sup>

### 2.1.2.1 Ley de Dalton

“En una mezcla gaseosa la presión total equivale a la sumatoria de las presiones parciales de cada uno de los gases que conforman dicha mezcla”

---

<sup>5</sup> <http://cmae.fach.cl/docum/atmosfera.pdf>

**Interpretación:** En el caso específico de la atmósfera, la Presión Total o Barométrica corresponde a la sumatoria de las presiones ejercidas por el nitrógeno, el oxígeno y otras. Además, si la P.B. disminuye significa que la presión de  $O_2$  disminuirá proporcionalmente pudiendo conducir a los fenómenos de Hipoxia.

### **2.1.2.2 Ley de Boyle**

“El volumen que ocupa un gas es inversamente proporcional a la presión de éste si la temperatura permanece constante”

**Interpretación:** Los gases que se encuentran atrapados en las cavidades orgánicas (a  $t^0$  constante) van a aumentar de volumen al disminuir la presión barométrica (ascenso).

### **2.1.2.3 Ley de Charles**

“A volumen constante la presión de un gas es directamente proporcional a la temperatura de éste”.

**Interpretación:** Un cilindro de oxígeno (volumen constante) al ser enfriado en forma importante hará que la presión del oxígeno en su interior disminuya.

### 2.1.2.4 Ley de Henry

“La cantidad de un gas que se disuelve en una fase líquida es directamente proporcional a la presión a que se encuentra dicho gas sobre el líquido”.

**Interpretación:** Tanto el oxígeno como el nitrógeno, para penetrar el organismo humano desde la atmósfera, deben disolverse en una fase líquida (sangre). Asimismo, el comportamiento del Nitrógeno disuelto en el organismo, bajo ciertas circunstancias podrá desencadenar la Enfermedad por Descompresión.

Las condiciones de un gas se definen mediante tres variables de estado: *Presión absoluta (P)*, *volumen específico (v, o densidad, ρ)* y *temperatura absoluta (T)*. Si se conocen dos de ellas, queda determinada la condición del gas, debido a la relación que existe entre ellas. A continuación se muestra un resumen de ecuaciones correspondientes a las leyes mencionadas anteriormente.

<b>Ley de Boyle-Mariotte</b> [ $T = cte$ ]	$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2 = Cte$
<b>Ley de Charles Gay-Lussac</b> [ $P = cte$ ]	$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = Cte$
<b>Ley de Amonton</b> [ $V = cte$ ]	$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} = Cte$
<b>Ley de Dalton (de las presiones parciales)</b>	La presión de una mezcla de gases es la suma de presiones parciales de los gases constituyentes. La presión parcial es la que ejercería cada gas si ocupara él solo el volumen de la mezcla.
<b>Ley de Amagat</b>	El volumen de una mezcla de gases es igual a la suma de los volúmenes parciales que los gases constituyentes ocuparían si estuviera cada uno a la presión de la mezcla.
<b>Ley de Avogadro</b>	$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2} = Cte$
<b>Ley de Poisson</b> [Proceso adiabático]	$P \cdot V^K = P_0 \cdot V_0^K = Cte$ K: exponente isoentrópico ( $c_p/c_v$ ). Varía con P y T, aunque se suele asumir constante. Para gases monoatómicos, $K=1,66$ ; Biatómicos, $K=1,40$ (aire).

**Tabla 2.2** Leyes de los gases

## 2.1.3 Principios Físicos de la Neumática

### 2.1.3.1 Presión

Es la cantidad de fuerza que se ejerce en una superficie. Se mide en: Pascales (SI), bar (=105 Pa), en atmósferas (=101.300 Pa), mm de Hg (=760 Pa). Valores de presión:

- **Presión máxima admisible (PMA):** valor mayor de la presión efectiva a la que un instrumento puede estar sometido.
- **Presión de entrada (Pe):** presión de aire comprimido a la entrada de un componente neumático.
- **Presión de salida (Ps):** es la que posee el aire a la salida de un componente neumático.
- **Presión diferencial (P):** diferencia de presión entre entrada y salida.

### 2.1.3.2 El caudal de un fluido

es el volumen de éste que fluye a través de una sección de un conductor en la unidad de tiempo. Se mide en:  $m^3/s$ , L/min, L/s,  $m^3/min$ ,  $m^3/h$ .

A continuación se muestra un resumen de las ecuaciones de los principios físicos de la neumática:

**COMPOSICIÓN VOLUMÉTRICA:** 78% N<sub>2</sub> + 20% O<sub>2</sub> + 1,3% gases nobles + 0,7% otros.

**PRESIÓN:**  $P = \frac{F}{S}$  → Unidades: at = Kp/cm<sup>2</sup> = bar = 760 mm Hg = 10<sup>5</sup> Pa (N/m<sup>2</sup>) (SI)

**ECUACIÓN DE LOS GASES IDEALES:**  $P \cdot V = n \cdot R \cdot T$  P (at); V (l); n (moles); R = 0,082 at.l/mol.K; T(K)

**RELACIÓN DE COMPRESIÓN:**  $R_c = \frac{P_{salida}}{P_{entrada}}$  **CAUDAL:**  $Q = V/t = S \cdot v$   
Q(m<sup>3</sup>/s)

**Ecuación 2.2** Ecuaciones de los principios físicos de la neumática.

### 2.1.3.3 Unidades de medida, presión y sus factores de conversión

La presión atmosférica media es de 101 325 pascales (101,3 kPa), a nivel del mar.

1 Atm = 1,01325 bar = 101325 Pa = 1 kg/cm<sup>2</sup> y 1 m.c.a = 9.81 kPa

	Pa	bar	At	atm	mca	Torr	psi
1Pa		10 <sup>-5</sup>	1,02 · 10 <sup>-5</sup>	9,87 · 10 <sup>-6</sup>	1,02 · 10 <sup>-4</sup>	7,52 · 10 <sup>-3</sup>	1,45 · 10 <sup>-4</sup>
1bar	10 <sup>5</sup>		1,02	0,987	10,2	752	14,5
1at	9,81 · 10 <sup>4</sup>	0,981		0,968	10	736	14,21
1atm	1,013 · 10 <sup>5</sup>	1,013	1,033		10,33	760	14,67
1mca	9,81 · 10 <sup>3</sup>	9,81 · 10 <sup>-2</sup>	0,1	9,68 · 10 <sup>-2</sup>		73,6	1,42
1Torr	133	1,33 · 10 <sup>-3</sup>	1,36 · 10 <sup>-3</sup>	1,32 · 10 <sup>-3</sup>	1,36 · 10 <sup>-2</sup>		1,93 · 10 <sup>-2</sup>
1psi	6,9 · 10 <sup>3</sup>	6,9 · 10 <sup>-2</sup>	7,04 · 10 <sup>-2</sup>	6,81 · 10 <sup>-2</sup>	0,704	51,74	

**Tabla 2.2** Unidades de presión y sus factores de conversión<sup>6</sup>

Todos los trabajos con energía neumática, se realizan dentro de la masa del propio gas y éste en estado libre, somete a todos los elementos que están en su interior a una presión variable con la altura y con las condiciones ambientales, que

<sup>6</sup> <http://www.etitudela.com/profesores/ats/downloads/microsoftwordtema1.pdf>

denominamos presión atmosférica. Su valor a nivel del mar es de  $1,033 \text{ Kp/cm}^2$  (1atm).

A la presión medida a partir de la atmosférica, se le llama *presión relativa* o *manométrica*.

A la medida a partir del vacío absoluto, se le llama *presión absoluta*.

La presión medida desde la atmosférica hacia el vacío absoluto, tiene un valor negativo y se le denomina *depresión*.

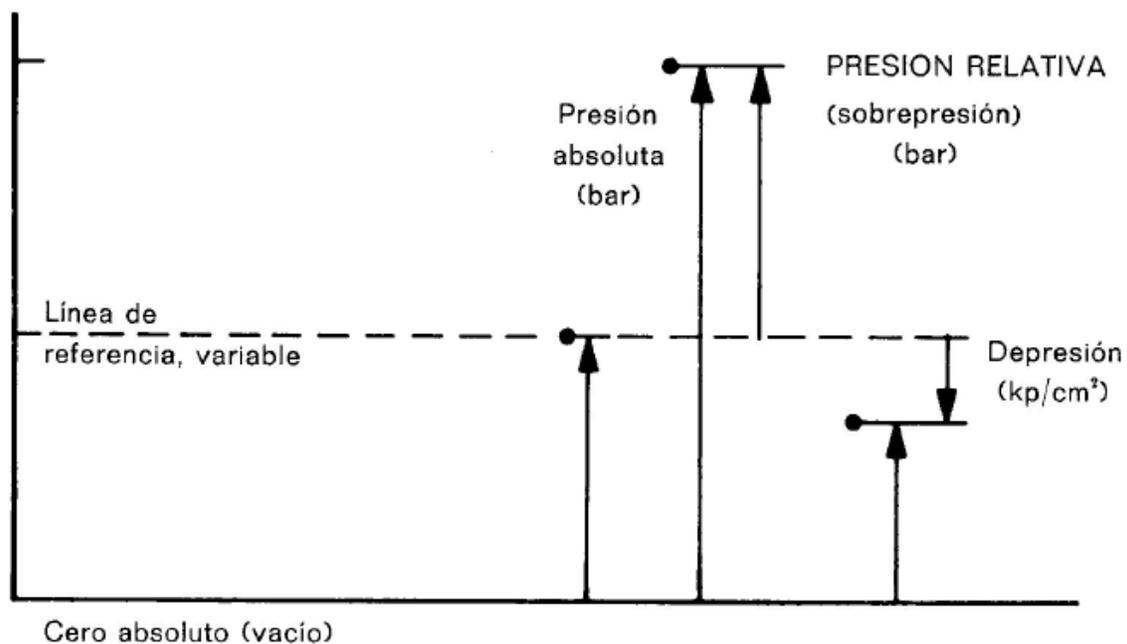


Figura 2.3 Escala de presiones

#### 2.1.4 El aire comprimido<sup>7</sup>

El aire comprimido describe aplicación técnica que hace uso de aire que ha sido sometido a presión por medio de un compresor. En la mayoría de aplicaciones, el

<sup>7</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Aire\\_comprimido](http://es.wikipedia.org/wiki/Aire_comprimido)

aire no sólo se comprime sino que también se deshumidifica<sup>8</sup> y se filtra. El uso del aire comprimido es muy común en la industria, su uso tiene la ventaja sobre los sistemas hidráulicos, ya que es más rápido, aunque es menos preciso en el posicionamiento de los mecanismos y no permite fuerzas grandes.

## **2.1.5 Generación del aire comprimido**

### **2.1.5.1 El compresor<sup>9</sup>**

Es una máquina de fluido, construida para aumentar la presión y desplazar cierto tipo de fluidos llamados compresibles, como los gases y vapores. Esto se ejecuta a través de un intercambio de energía entre la máquina y el fluido, en el que el trabajo realizado por el compresor es transferido a la sustancia que pasa por él convirtiéndose en energía de flujo, aumentando su presión y energía cinética impulsándola a fluir.

De igual modo que las bombas, los compresores también desplazan fluidos, pero a diferencia de las primeras que son máquinas hidráulicas, éstos son máquinas térmicas, ya que su fluido de trabajo es compresible, sufre un cambio apreciable de densidad y, de temperatura; a diferencia de los ventiladores y los sopladores, los cuales impulsan fluidos compresibles, pero no aumentan su presión, densidad o temperatura de manera considerable.

---

<sup>8</sup> <http://www.uhu.es/prochem/wiki/index.php/Humidificaci%C3%B3n/Deshumidificaci%C3%B3n>

<sup>9</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Compresor\\_%28m%C3%A1quina%29](http://es.wikipedia.org/wiki/Compresor_%28m%C3%A1quina%29)

### 2.1.5.2 Partes del Compresor

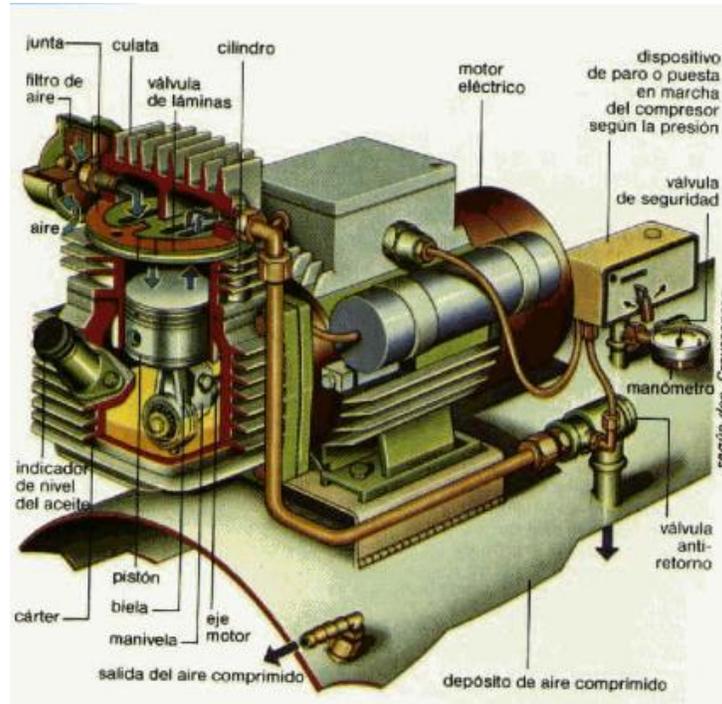


Figura 2.4 Partes del compresor

Los compresores de aire se dividen en 2 categorías: alternativos y rotativos

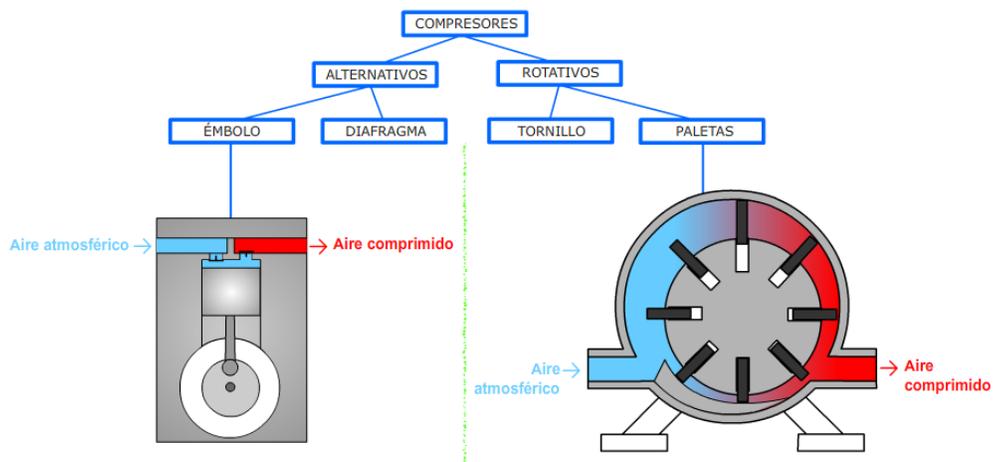


Figura 2.5 Categorías del Compresor

### **2.1.5.3 Circuito neumático<sup>10</sup>**

Los circuitos neumáticos son instalaciones que se emplean para generar, transmitir y transformar fuerzas y movimientos por medio del aire comprimido.

Un circuito neumático está formado por los siguientes elementos:

#### **2.1.5.4 Generador de aire comprimido**

Dispositivo que comprime el aire de la atmósfera hasta que alcanza la presión necesaria para que funcione la instalación.

#### **2.1.5.5 Tuberías y los conductos**

Son los conductos o tuberías por donde que circula el aire.

#### **2.1.5.6 Actuadores**

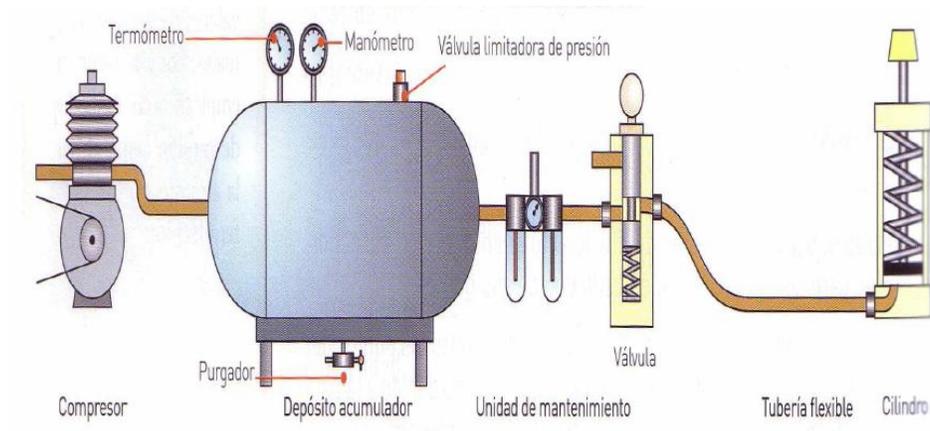
Como los cilindros y los motores, son los encargados de convertir los tubos en émbolos y moverlos para accionar el circuito.

---

<sup>10</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Circuito\\_neum%C3%A1tico](http://es.wikipedia.org/wiki/Circuito_neum%C3%A1tico)

### 2.1.5.7 Elementos de control

Como las válvulas distribuidoras. Las válvulas abren o cierran el paso del aire.

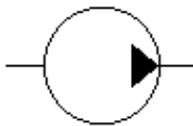


**Figura 2.6** Elementos de un circuito neumático

### 2.1.5.8 Componentes del circuito neumático<sup>11</sup>

- **Compresor**

Es el principal. Aumenta la presión del aire de la atmósfera. Presión de salida entre 6 y 7 bar. Representado por:



**Figura 2.7** Símbolo del compresor

<sup>11</sup> [http://html.rincondelvago.com/neumatica\\_1.html](http://html.rincondelvago.com/neumatica_1.html)

- **Motor auxiliar**

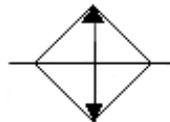
Comunica el movimiento de rotación de eje del compresor. Puede ser eléctrico o de combustión. Representado por:



**Figura 2.8** Símbolo del motor auxiliar

- **Refrigerador**

Disminuye la temperatura a la salida del compresor eliminando hasta el 80% de agua que contiene. Representado por:



**Figura 2.9** Símbolo del refrigerador

- **Depósito**

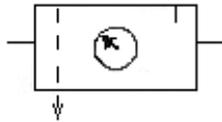
No se utiliza siempre, solo cuando se necesita almacenar para su uso posterior. Representado por



**Figura 2.10** Símbolo del depósito

- **Unidad de mantenimiento**

La unidad de mantenimiento consta de una serie de dispositivos que regulan la buena calidad del aire comprimido. Representado por :



**Figura 2.11** Símbolo de la unidad de mantenimiento

La unidad de mantenimiento se estructura de la siguiente manera:

- **Filtro**

Somete al aire a un proceso de centrifugado, proyectando sobre las paredes del filtro las impurezas.

- **Regulador**

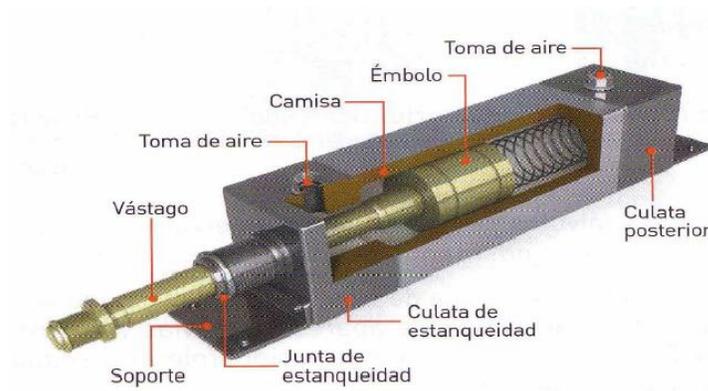
Asegura una presión estable de aire en el circuito neumático.

- **Lubricador**

Añade aceite nebulizado al aire, evitando la oxidación de los componentes y asegurando el buen deslizamiento.

## 2.1.6 Los actuadores o cilindros neumáticos<sup>12</sup>

Es un dispositivo mecánico cuya función es proporcionar fuerza para mover a otro dispositivo mecánico. La fuerza que provoca el actuador proviene de tres fuentes: Presión neumática, presión hidráulica, y fuerza motriz eléctrica (motor eléctrico o solenoide). Dependiendo del origen de la fuerza el actuador se denomina *neumático, hidráulico o eléctrico*.



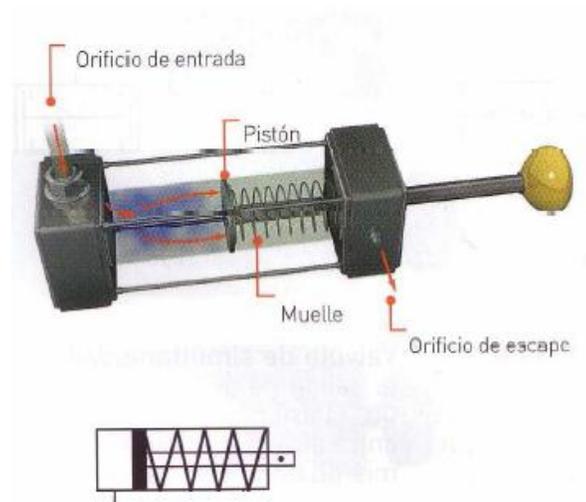
**Figura 2.12** Actuador neumático

### 2.1.6.1 Cilindros de simple efecto<sup>13</sup>

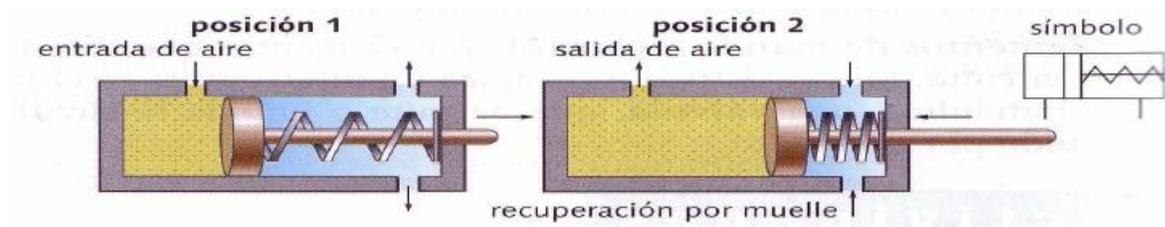
En estos cilindros se emplea aire comprimido por una sola cámara. Una vez expulsado el aire de la cámara, el vástago vuelve a su posición de inicio por medio de un muelle de retroceso incorporado. Estos cilindros se usan principalmente para sujetar piezas o en operaciones de montaje.

<sup>12</sup> <http://www.aie.cl/files/file/comites/ca/abc/actuadores.pdf>

<sup>13</sup> <http://www.profesores.frc.utn.edu.ar/industrial/sistemasinteligentes/UT2/UNI3300.pdf>



**Figura 2.13** Cilindro de simple efecto

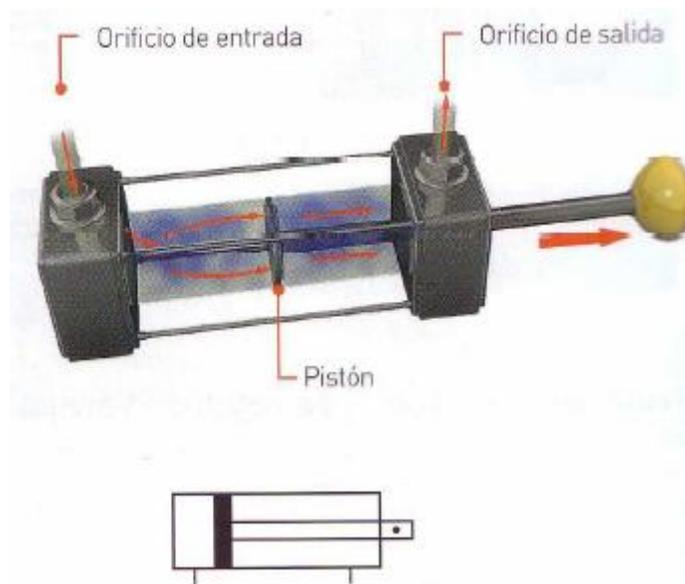


**Figura 2.14** Funcionamiento del cilindro de simple efecto

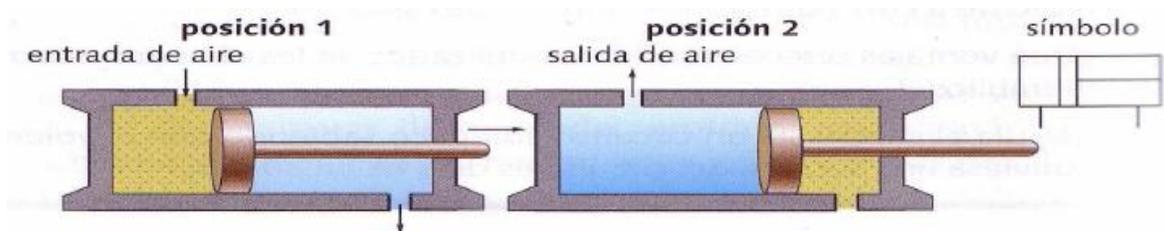
### 2.1.6.2 Cilindros de doble efecto

Estos cilindros trabajan en ambos sentidos, el avance como el retorno del émbolo se emplea con aire comprimido.

Los cilindros pueden ser con amortiguación regulable en ambos sentidos de trabajo



**Figura 2.15** Cilindro de doble efecto



**Figura 2.16** Funcionamiento cilindro de doble efecto

## **2.1.7 Válvulas neumáticas<sup>14</sup>**

### **2.1.7.1 Válvulas de distribución**

Son las encargadas de distribuir el aire comprimido en los diferentes actuadores neumáticos, por ejemplo, en los cilindros. Se pueden clasificar de la siguiente manera: por su construcción interna, por su accionamiento, por el número de vías y posiciones.

### **2.1.7.2 Válvulas de bloqueo**

Son válvulas con la capacidad de bloquear el paso del aire comprimido cuando se dan ciertas condiciones en el circuito. En este tipo de válvulas se encuentran, válvulas anti retorno, de simultaneidad, de selección de circuito y de escape.

### **2.1.7.3 Válvulas reguladoras**

Este tipo de válvulas se encuentra el tipo de regulación, si son con aire de entrada o de salida, y las válvulas de presión. Dentro de estas válvulas se encuentran las válvulas que regulan el caudal y las válvulas que regulan la presión.

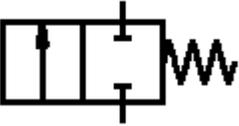
---

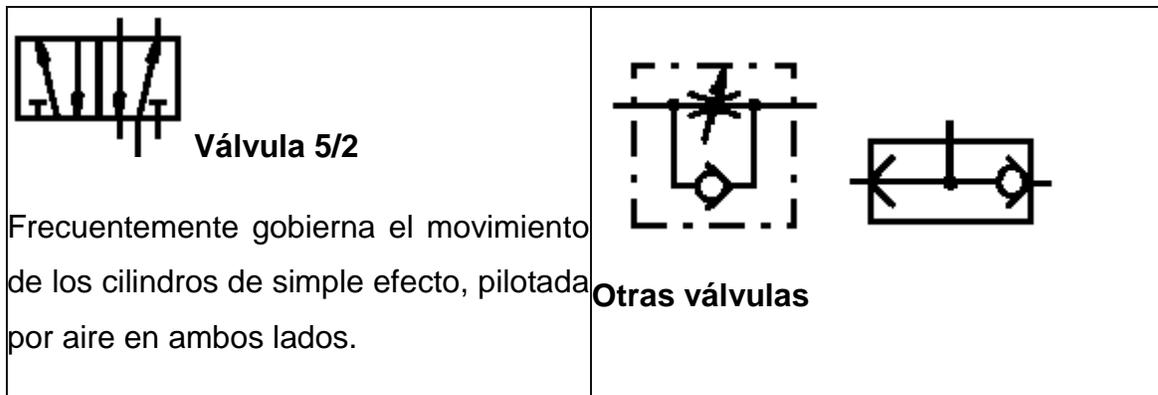
<sup>14</sup> <http://sitioniche.nichese.com/valvulas.html>

## 2.2 Elementos de mando y control

Los elementos de mando y control son los que conducen de forma adecuada el aire. En representación pueden ser las tuberías y válvulas.

- Las tuberías suelen ser de acero en grandes instalaciones, aunque también se utiliza tuberías de plástico flexible en determinados tramos. El cálculo del diámetro de las tuberías se realiza mediante tablas y gráficos, tomando en cuenta fundamentalmente el caudal, las pérdidas de presión; estas últimas no deben sobrepasar las 0,1 at desde el depósito al consumidor. Es frecuente que la red principal sea un circuito cerrado con el fin de garantizar alimentaciones uniformes.
- Respecto a válvulas, conviene entender la simbología de control de caudal; se las nombra con dos números; por ejemplo válvula 3/2, es decir tiene 3 orificios o vías y 2 posiciones. Se dibujan tantos cuadros como posiciones tiene y en cada uno de ellos se representa mediante flechas el estado o forma de comunicarse dichos orificios. Algunos de los ejemplos más utilizados:

 <p style="text-align: center;"><b>Válvula 2/2</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>Válvula 3/2</b></p>
<p>Normalmente cerrada y retorno por muelle. Usualmente se acciona por pulsador, pedal o palanca como llave de paso.</p>	<p>Normalmente cerrada y retorno por muelle. Usualmente se acciona por pulsador, pedal o palanca como llave de arranque.</p>



**Figura 2.17** Simbología Válvulas

Físicamente están formadas por un *cuerpo* donde se colocan conductos internos, orificios de salida y un *elemento móvil* que puede ser de asiento o corredera que proporcionará las distintas posiciones de la válvula. Todas llevan algún tipo de accionamiento:

- **Manual:** general, pulsador seta, palanca y pedal (todos con o sin enclavamiento)
- **Mecánico:** palpador, muelle, rodillo y rodillo abatible unidireccional.
- **Neumático:** por presión de aire.
- **Eléctrico:** por un electroimán

# Tipos de válvulas de control

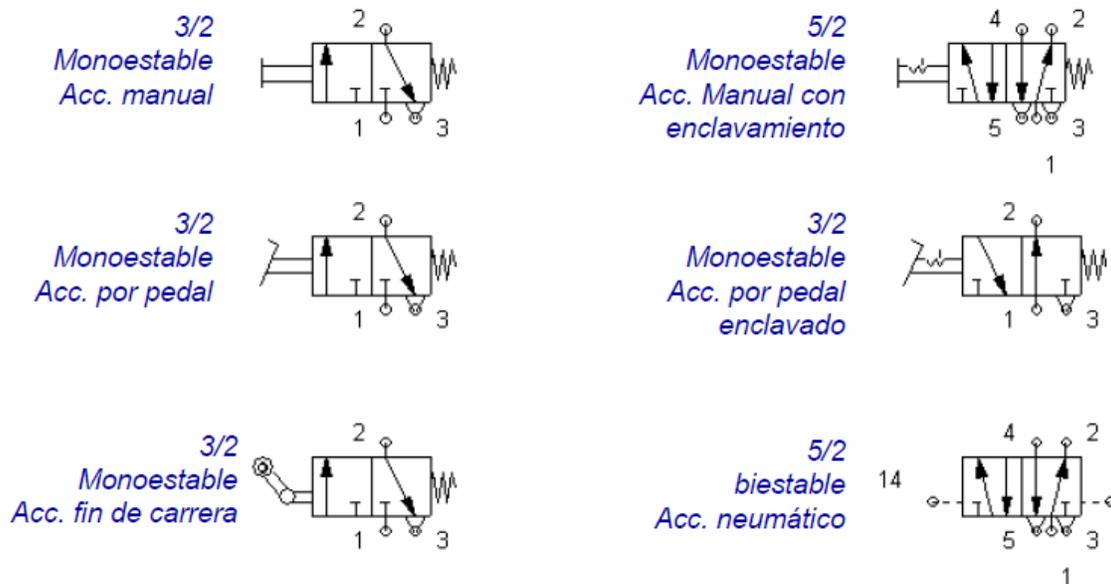


Figura 2.18 Tipos de válvulas de control con simbología

## 2.3 Electroneumática<sup>15</sup>

En Electroneumática, la energía eléctrica substituye a la energía neumática como el elemento natural para la generación y transmisión de las señales de control que se ubican en los sistemas de mando.

Sus elementos están compuestos para la manipulación y acondicionamiento de las señales de voltaje y corriente que deberán de ser transmitidas a dispositivos de conversión de energía eléctrica a energía neumática para lograr la activación de los actuadores neumáticos.

<sup>15</sup> <http://es.scribd.com/doc/4196749/Electroneumatica>

### 2.3.1 Dispositivos eléctricos

Los elementos que se debe de introducir para lograr el accionamiento de los actuadores neumáticos son básicamente:

Elementos de retención

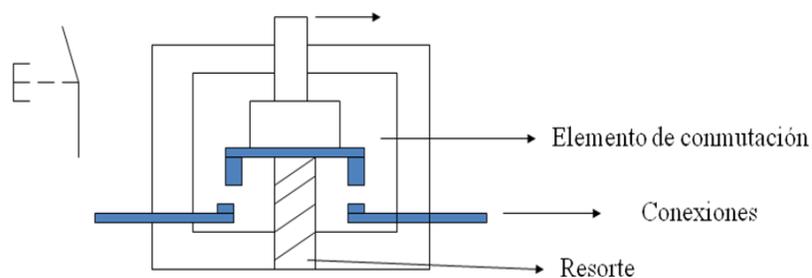
Interruptores mecánicos de final de carrera.

Relevadores.

Válvulas electroneumáticas.

### 2.3.2 Elementos de retención

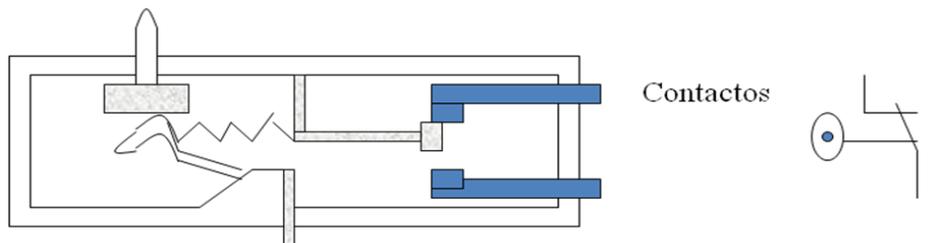
Utilizados para generar la señal de inicio del sistema, o en su momento, para realizar paros, ya sea de emergencia o sólo momentáneos. El dispositivo más común es el botón pulsador.



**Figura 2.19** Botón pulsador normalmente abierto.

### 2.3.3 Interruptores mecánicos de final de carrera

Estos interruptores son empleados, para detectar la presencia o ausencia de algún elemento, por medio del contacto mecánico entre el interruptor y el elemento a ser detectado.

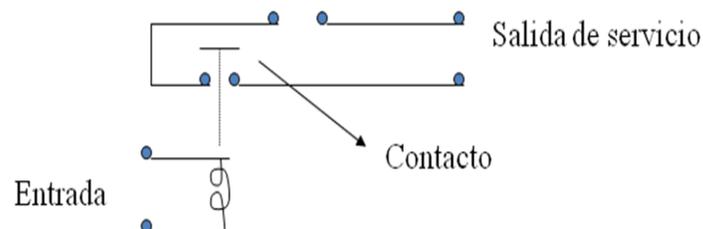


**Figura 2.20** Interruptor final de carrera, normalmente abierto.

### 2.3.4 Relevadores

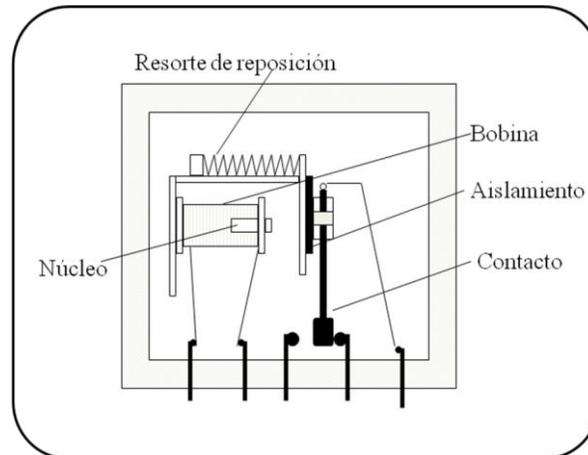
Dispositivos eléctricos que ofrecen la posibilidad de manejar señales de control del tipo on/off. Poseen una bobina y una serie de contactos que se encuentran normalmente abiertos o cerrados. Su principio de funcionamiento es el de pasar corriente por una bobina generando un campo magnético que atrae a un inducido, y éste a su vez, hace conmutar los contactos de salida.

Son Ampliamente utilizados para regular secuencias lógicas en donde intervienen cargas de alta impedancia y para energizar sistemas de alta potencia.



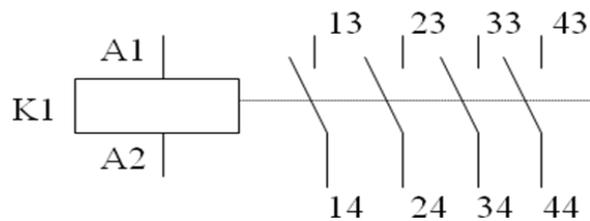
**Figura 2.21** Relevador como simple contacto

Cuando se recibe una señal de entrada, la bobina genera un campo magnético provocando el cierre del contacto. A la salida del servicio se conecta la carga a ser activada. En la siguiente figura se observa un relevador comercial que ofrece más de una salida, todas a la vez, siendo algunas de ellas normalmente cerradas.



**Figura 2.22** Esquema del Relevador

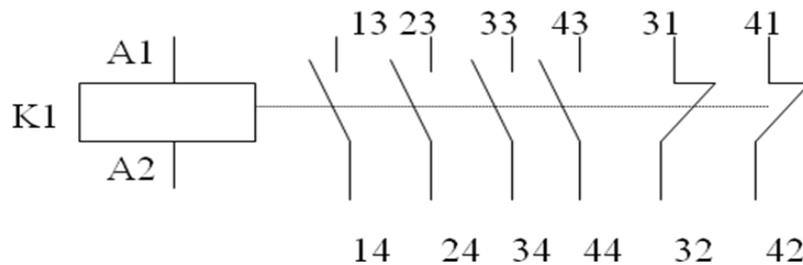
La representación simbólica de un relevador es la siguiente:



**Figura 2.23** Representación simbólica de un relevador

K1 identifica al relevador número uno. A1 y A2 identifican a las terminales del relevador. La numeración identifica a la primera cifra con la cantidad de contactos, mientras que la segunda cifra (3 y 4) indican que se trata de contactos normalmente abiertos. Para contactos normalmente cerrados se emplean en las segundas cifras los números 1 y 2, respectivamente.

Para el caso de relevadores que emplean contactos tanto normalmente abiertos como cerrados, tenemos la siguiente representación



**Figura 2.24** Representación simbólica de relevador con contactos abiertos y cerrados

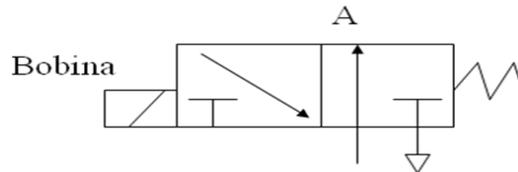
### 2.3.5 Válvulas

El dispositivo central en un circuito electroneumático, es la Válvula Electroneumática. Esta válvula realiza la conversión de energía eléctrica, proveniente de los relevadores a energía neumática, transmitida a los actuadores o a alguna otra válvula neumática.

Poseen una válvula neumática a la cual se le adhiere una bobina sobre la cual se hace pasar una corriente para generar un campo magnético que generará la

conmutación en la corredera interna de la válvula, creando así el cambio de estado de trabajo de la misma, modificando las líneas de servicio.

La representación de una válvula electroneumática 3/2 de regreso por resorte, es como lo muestra la figura:



**Figura 2.25** Válvula electroneumática 3/2 de regreso por resorte

## 2.4 Sensores<sup>16</sup>

Un sensor no es más que un dispositivo diseñado para recibir información de una magnitud del exterior y transformarla en otra magnitud, normalmente eléctrica, que se pueda cuantificar y manipular.

Estos dispositivos están contruidos con componentes pasivos (resistencias variables, PTC, NTC, LDR, etc. todos aquellos componentes que varían su magnitud en función de alguna variable), y la utilización de componentes activos.

### 2.4.1 Clases de sensores

- **Sensores de posición:**

Su función es medir o detectar la posición de un determinado objeto en el espacio, dentro de este grupo, se encuentran los siguientes:

---

<sup>16</sup> [http://www.profesormolina.com.ar/tecnologia/sens\\_transduct/que\\_es.htm](http://www.profesormolina.com.ar/tecnologia/sens_transduct/que_es.htm)

- **Sensores por barrera**

Estos detectan la existencia de un objeto, porque interfiere la recepción de la señal luminosa.

- **Sensores por reflexión**

La señal luminosa es reflejada por el objeto, y esta luz reflejada es captada por el sensor fotoeléctrico, lo que indica al sistema la presencia de un objeto.

- **Sensores de contacto**

Son interruptores que se activan o desactivan si se encuentran en contacto con un objeto, por lo que de esta manera se reconoce la presencia de un objeto en un determinado lugar.

Por su simplicidad de construcción y robustez, son muy utilizados en robótica.

- **Sensores de circuitos oscilantes:**

Posee un circuito donde se genera una determinada oscilación a una frecuencia prefijada, cuando en su campo de detección no existe ningún objeto, el circuito mantiene su oscilación de un manera fija, pero si un objeto se encuentra dentro de la zona de detección del sensor, la oscilación deja de producirse, por lo que el objeto es detectado. Estos tipos de sensores son muy utilizados como detectores de presencia.

- **Sensores por ultrasonidos**

Su funcionamiento es el mismo que los de tipo fotoeléctrico, emite una señal, de tipo ultrasónica, y esta señal es recibida por un receptor. De la

misma manera, dependiendo del camino que realice la señal emitida se puede diferenciar entre los que son de barrera o los de reflexión.

#### 2.4.1.1 Sensor de Velocidad

Detectan la velocidad de un objeto tanto lineal como angular, su aplicación más conocida es la medición de la velocidad angular de los motores que mueven las distintas partes de una máquina. La forma más común de conocer la velocidad del giro de un motor, es utilizar un dinamo tacométrico acoplado al eje del motor, él cual generará un nivel determinado de tensión continua en función de la velocidad de giro de su eje. Este tipo de sensores al ser mecánicos se deterioran, y pueden generar errores en las medidas.

#### 2.4.1.2 Sensor de proximidad<sup>17</sup>

Es un transductor que detecta objetos o señales que se encuentran cerca del elemento sensor.

Existen varios tipos de sensores de proximidad según el principio físico que utilizan. Los más comunes son los interruptores de posición, los detectores capacitivos, inductivos y fotoeléctricos, etc.



Figura 2.26 Sensor de Proximidad<sup>18</sup>

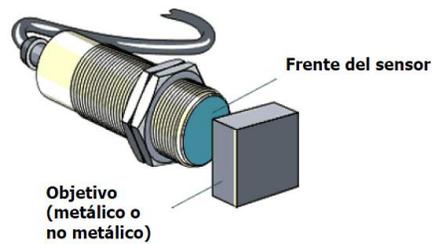
---

<sup>17</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Sensor\\_de\\_proximidad](http://es.wikipedia.org/wiki/Sensor_de_proximidad)

### 2.4.1.3 Sensor Capacitivo

Su función consiste en señalar un cambio de estado, basado en la variación del estímulo de un campo eléctrico. Estos sensores detectan objetos metálicos, o no metálicos, midiendo el cambio en la capacitancia, la cual depende de la constante dieléctrica del material a detectar, su masa, tamaño, y distancia hasta la superficie sensible del detector. Los sensores capacitivos están contruidos en base a un oscilador RC. Debido a la influencia del objeto a detectar, y del cambio de capacitancia, su amplificación aumenta haciendo trabajar al oscilador. El punto exacto de ésta función puede regularse mediante un potenciómetro, el cual controla la realimentación del oscilador. La distancia de actuación en determinados materiales, pueden regularse con la ayuda del potenciómetro. La señal de salida del oscilador alimenta a otro amplificador, el cual a su vez, pasa la señal a la etapa de salida. Cuando un objeto conductor se acerca a la cara activa del sensor, el objeto actúa como un condensador. El cambio de la capacitancia es significativo durante una larga distancia. Si se aproxima un objeto no conductor, ( $>1$ ) solamente se produce un cambio pequeño en la constante dieléctrica, y el incremento en su capacitancia es muy pequeño comparado con los materiales conductores.

Este detector se utiliza comúnmente para detectar material no metálico: papel, plástico, madera, etc. ya que funciona como un condensador.



**Figura 2.27** Sensor Capacitivo<sup>19</sup>

#### 2.4.1.4 Sensor Inductivo

Los sensores inductivos de proximidad están diseñados para trabajar generando un campo magnético y detectando pérdidas de corriente de dicho campo generadas al introducirse en él los objetos de detección férricos y no férricos.

El sensor consiste en una bobina con núcleo de ferrita, un oscilador, un sensor de nivel de disparo de la señal y un circuito de salida.

Al aproximarse un objeto *metálico* o *no metálico*, inducen corrientes de histéresis en el objeto. Debido a ello hay una pérdida de energía y una menor amplitud de oscilación. El circuito sensor reconoce entonces un cambio específico de amplitud y genera una señal que conmuta la salida de estado sólido o la posición *ON* y *OFF*.

Su funcionamiento es similar al capacitivo; la bobina detecta el objeto cuando se produce un cambio en el campo electromagnético y envía la señal al oscilador, luego se activa el disparador y finalmente al circuito de salida hace la transición entre abierto o cerrado.



**Figura 2.28** Sensor inductivo<sup>20</sup>

#### **2.4.1.5 Sensor Fotoeléctrico**

El receptor de rayos infrarrojos suele ser un fototransistor o un fotodiodo. El circuito de salida utiliza la señal del receptor para amplificarla y adaptarla a una salida que el sistema pueda entender.

Existen tres tipos de sensores fotoeléctricos, los sensores por barrera de luz, reflexión sobre espejo o reflexión sobre objetos.



Figura 2.29 Sensor Fotoeléctrico

## 2.5 Simbología eléctrica

	Contacto normalmente cerrado NC		Solenoides con servopilotaje y accionamiento manual
	Contacto conmutador		Sensor inductivo
	Pulsador con contacto de cierre, accionamiento manual por pulsado.		Sensor capacitivo
	Interruptor manual. Contacto con enclavamiento.		Sensor óptico
	Accionamiento en general: relés, contactores.		Presostato
	Relé electromecánico con retardo a la conexión		Sensor de accionamiento magnético
	Relé electromecánico con retardo a la desconexión		

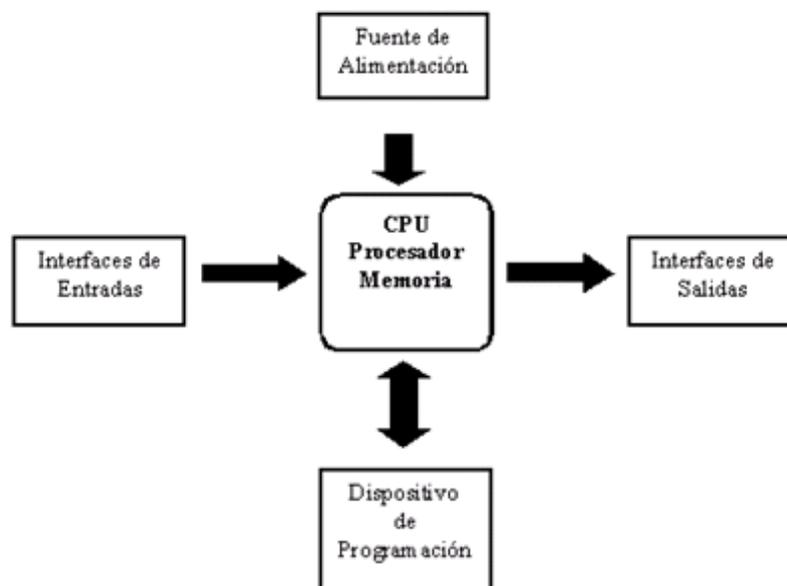
Figura 2.30 Simbología Eléctrica

## 2.6 Plc

Las siglas P.l.c significa (Programmable Logic Controller) en español controlador lógico programable.

Un Plc es un dispositivo usado para controlar. Este control se realiza sobre la base de una lógica, definida a través de un programa.

### 2.6.1 Estructura de un Controlador Lógico Programable<sup>21</sup>



**Fig 2.31** Estructura de un controlador lógico programable

Para explicar el funcionamiento del Plc, se pueden distinguir las siguientes partes:

---

<sup>21</sup> PLC: <http://www.automatica.mex.tl/imagesnew/5/0/1/4/2/PLC%20GUIA%203.pdf>

<http://www.profesores.frc.utn.edu.ar/industrial/sistemasinteligentes/UT3/plc/PLC.html>

## **2.6.2 Interfaces de entradas y salidas**

CPU (Unidad Central de Proceso)

Memoria

## **2.6.3 Dispositivos de Programación**

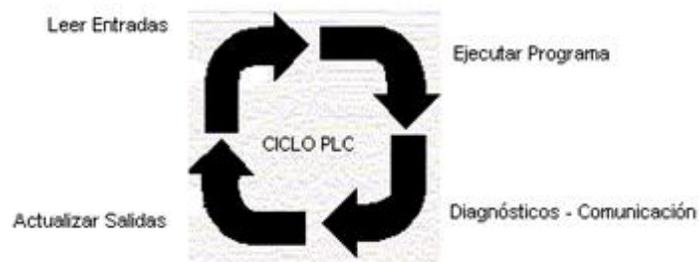
El usuario ingresa el programa a través del dispositivo adecuado (un cargador de programa o PC) y éste es almacenado en la memoria de la CPU.

La CPU, que es el "cerebro" del PLC, procesa la información que recibe del exterior a través de la interfaz de entrada y de acuerdo con el programa, activa una salida a través de la correspondiente interfaz de salida.

Evidentemente, las interfaces de entrada y salida se encargan de adaptar las señales internas a niveles de la CPU. Por ejemplo, cuando la CPU ordena la activación de una salida, la interfaz adapta la señal y acciona un componente (transistor, relé, etc.)

## **2.6.4 Funcionamiento del CPU**

Al comenzar el ciclo, la CPU lee el estado de las entradas. A continuación ejecuta la aplicación empleando el último estado leído. Una vez completado el programa, la CPU ejecuta tareas internas de diagnóstico y comunicación. Al final del ciclo se actualizan las salidas. El tiempo de ciclo depende del tamaño del programa, del número de E/S y de la cantidad de comunicación requerida.



**Fig 2.32** Funcionamiento del CPU

### 2.6.5 Nomenclatura de las Entradas y Salidas Digitales

Para designar las entradas y salidas digitales, éstas se agrupan en conjuntos de 8 bits (octetos) numerados consecutivamente: 0, 1,2...7.

Por su parte, cada uno de los bits de un octeto se numera del 0 al 7.

Tanto los octetos como los circuitos son separados por un punto. A las entradas digitales suele anteponerse la letra X y a las salidas la letra Y.

### 2.6.6 Naturaleza de los Circuitos de Entradas Digitales

Las entradas digitales se caracterizan por rangos de tensión, que dependiendo del fabricante pueden asumir los siguientes valores AC o DC en voltios: 0 – 24; 0 – 48; 0 –110V.

El rango más frecuente de los PLC es 0 – 24.

Las entradas digitales requieren de un aislamiento galvánico entre el circuito interno del Plc y el externo, para lo cual se utilizan generalmente opto aisladores.

### 2.6.7 Naturaleza de los Circuitos de Salidas Digitales

La salida digital más simple, que ofrece aislamiento galvánico es la de contacto normal abierto de relé, pero también son frecuentes las salidas a transistor las cuales pueden ser de tipo NPN o PNP.

La anterior clasificación determina el modo en que se pueden conectar las salidas. Es necesario tener claro este concepto al momento de hacer el diseño de aplicaciones. La polaridad del punto común determina la situación de las cargas del circuito.

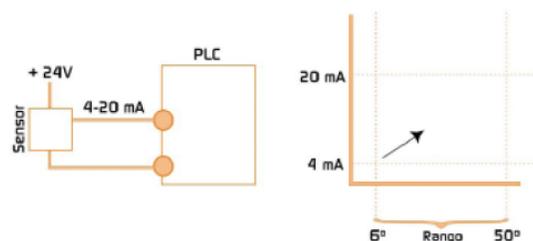
### 2.6.8 Corriente de los Circuitos

La máxima corriente que puede fluir por los circuitos de salida depende de cada fabricante, pero en general no es superior a los 0.5 amperios por circuito.

### 2.6.9 Otros Tipos de Entradas y Salidas Digitales

La complejidad de las aplicaciones de automatización requiere además de otro tipo de entrada y salida proporcionada por el Plc ésta es la análoga, o proporcional; que se utiliza para el acople de instrumentos.

Los rangos de trabajo principalmente son: 0 – 10v y 4 - 20 miliamperios.



**Fig 2.33** Rangos de trabajo de entradas y salidas

### 2.6.10 Fuente de Poder

Suele ser de 24 voltios, suministra los voltajes y corrientes necesarios para alimentar tanto al PLC como a sus circuitos auxiliares. Carcasa: permite la instalación del PLC en racks o rieles, cada fabricante utiliza su propio método de instalación y por lo tanto no siempre es posible intercambiar módulos de PLC de distintas marcas.



Fig 2.34 Fuente de poder

### 2.6.11 Controles de Operario

Están dispuestos en la carátula del PLC, permiten al operario parar o continuar la ejecución del programa. A éste conjunto se suman las indicaciones luminosas.

### 2.6.12 Interfaz de Programación

La interfaz de comunicación permite la transferencia del programa desde un programador de mano específico para el PLC o computador personal provisto del software adecuado.

### 2.6.12.1 Módulos de Expansión

Los módulos de expansión permiten ampliar el número de entradas y salidas que posee el PLC, cuando la capacidad de éste no cumple con los requerimientos de una aplicación de automatización.

Algunas de las características técnicas de los módulos de expansión son:

- Entradas y salidas digitales.
- Entradas y salidas análogas tipo 4 a 20 miliamperios.
- Entradas y salidas análogas tipo 0-10 voltios.
- Expansión de memoria.
- Conexión a redes de datos industriales (buses de campo).

Cuando el PLC se encuentra conformando un conjunto con los módulos de expansión recibe el nombre de Unidad Principal.

En los módulos de entrada pueden ser conectados:

Sensores inductivos, capacitivos, ópticos

Interruptores

Pulsadores

Llaves

Finales de carrera

Detectores de proximidad

En los módulos de salida pueden ser conectados:

Contactores

Electroválvulas

Variadores de velocidad

Alarmas

## 2.7 Banda transportadora<sup>22</sup>

Consisten en una lámina sinfín (extremos unidos) plana y flexible, hecha de tela, goma, cuero o metal, estirada entre dos poleas que la hacen girar. El material se dispone en la parte superior de la banda para transportarlo.

El lado de arriba de la banda, que hace el trabajo, es soportado mediante rodillos locos o por travesaños de deslizamiento. Algún dispositivo debe mantener la tensión en la banda, que se estira o afloja con el uso.

### 2.7.1 Características generales

Pueden operar horizontales, inclinadas o verticales, dependiendo del producto y del diseño de la banda.

En general, si hay un cambio de dirección en el plano horizontal, se necesita más de una cinta.

La capacidad puede ser controlada al variar la velocidad.

Distintas telas permiten manejar productos abrasivos, calientes, reactivos, etc.

### 2.7.2 Tipos de cintas

- **Plana:** Usada para cargas unitarias, como cajas o bolsas. La banda es soportada por rodillos o por travesaños planos.

---

<sup>22</sup> Banda Transportadoras: <http://www.fing.edu.uy/iimpi/academica/grado/transind/teorico/Clase4-Cintas.pdf>



**Fig 2.35** Tipo de cinta plana

- **Cóncava:** Se usan para productos a granel. La banda es soportada por 3 o 5 rodillos de forma que los bordes se elevan con respecto al centro, formando una concavidad. Esto aumenta la capacidad de transporte. El retorno de la cinta es plano, soportado por rodillos rectos. Pueden cubrir distancias de varios kilómetros y llevar miles de toneladas.



**Fig 2.36** Tipo de cinta cóncava

- **Tubular:** Es un diseño especial por el cual, después de cargar la cinta, los bordes se pegan uno contra otro, envolviendo el producto. Es un alternativa habitual para prevenir contaminación. Pueden doblar en más de un plano.



**Fig 2.37** Tipo de cinta Tubular

- **Metálica:** Es una cinta plana en la cual la banda es remplazada por una malla de alambre o una cadena plana. Los extremos se conectan mediante remaches. Se usa ampliamente en la industria alimenticia. Puede soportar temperaturas de hasta 1000 °C.

### 2.7.3 Partes de una cinta

- **Banda**

Es el elemento esencial, el que transmite el movimiento al producto. Normalmente están hechas con un tejido base de poliéster/nylon (EP), nylon (NN), algodón, pvc o acero, cubierto con goma sintética. Tejido y cubiertas deben escogerse en base a la resistencia a la tracción, a los cortes, a los aceites y al fuego.

EP 200 significa tensión de trabajo de 200 N/mm/capa para una banda de poliéster y nylon. EP 200 de 5 capas tiene una resistencia total de 1000 N/mm de ancho.

EP 1000/3 significa que es una banda de poliéster y nylon de 3 capas, con una resistencia total de 1000 N/mm.

Para unir ambos extremos de una banda se usan grampas o se empalma y revulcaniza.

- **Rodillos.**

Consisten en cilindros de metal que giran sobre rodamientos anti-fricción. Existen dos clases de rodillos en una cinta – De trabajo: Son los rectos en el tramo superior y los que están en el retorno. Soportan carga de dirección: En las cintas cóncavas mantienen los bordes levantados. En las cintas planas mantienen la banda centrada.

- **Dispositivos de tensión**

Con el uso la banda se estira, lo que podría llevar a mal contacto con poleas y rodillos, mayor fricción y desgaste. Para evitarlo se usan dispositivos que mantienen la tensión o permiten ajustarla. Suelen ser de gravedad o de tornillo.



**Fig 2.38** Dispositivo de tensión de banda transportadora

#### **2.7.4 Métodos de diseño**

Dos métodos son incluidos para los requisitos de potencia a utilizar, ambos son exactos dentro de sus límites definidos, estos son el Método Gráfico y el Método Analítico.

#### **2.7.4.1 Método Gráfico**

Está preparado para cintas transportadoras que son relativamente simples o para aproximar requisitos para el diseño de cintas transportadoras más grandes.

#### **2.7.4.2 Método Analítico**

Es necesario para los resultados precisos al diseñar cintas transportadoras grandes o importantes, o aquellas donde la topografía el terreno es complicada.

#### **2.7.5 Consideraciones para el ancho y velocidad de la cinta:**

- Material a ser transportado.
- Clase de carga.
- Capacidad requerida.
- Tamaño de trozo del material.

La combinación adecuada del ancho de la cinta y velocidad, depende de la capacidad a transportar, ángulo de inclinación, tensiones de la cinta, tamaño del terrón y otras características del material a ser transportado.

## 2.8 Motores eléctricos

Se llama motor eléctrico al dispositivo capaz de transformar la energía eléctrica en energía mecánica, es decir, puede producir movimiento al convertir en trabajo la energía eléctrica proveniente de la red o almacenada en un banco de baterías.

Básicamente, un motor está constituido por dos partes, una fija denominada Estator, y otra móvil respecto a esta última denominada Rotor. Ambas están fabricadas en material ferromagnético (chapas magnéticas apiladas), y disponen de una serie de ranuras en las que se alojan los hilos conductores de cobre que forman el devanado eléctrico.

En todo motor eléctrico existen dos tipos de devanados: el inductor, que origina el campo magnético para inducir las tensiones correspondientes en el segundo devanado, que se denomina inducido, puesto que en él aparecen las corrientes eléctricas que producen el par de funcionamiento deseado (torque).

El espacio entre el rotor y el estator es constante y se denomina entrehierro. Por efecto de las intensidades que atraviesan el rotor y el estator; se crean campos magnéticos en el entrehierro. La interacción de estos campos magnéticos con las intensidades que atraviesan los conductores del rotor produce unas fuerzas tangenciales que hacen girar el rotor produciéndose de este modo la energía mecánica.

Desde su invención hasta nuestros días, el uso de los motores eléctricos ha sido creciente debido a:

Gran versatilidad de utilización y potencias que hacen posible su uso en el hogar, la industria, el transporte, etc.

Altos rendimientos: un motor diesel 18.5 HP a 1500 rpm tiene una eficiencia del orden del 36%, mientras que uno eléctrico de la misma potencia a 440 V tiene una eficiencia del 87%.

Larga duración con buena utilización y mantenimiento su vida útil es superior a 20 años.

### **2.8.1 Clasificación**

Los motores eléctricos, desde el punto de vista de su utilización industrial, suelen clasificarse en :

#### **2.8.1.1 Corriente continua:**

- a) Derivación.
- b) Independiente.
- c) Serie.
- d) Compound (Compuesto).

#### **2.8.1.2 Corriente alterna**

- a) Asíncronos.
  - Rotor en corto circuito.
  - Rotor bobinado.
- b) Síncronos.

### **2.8.2 Motores de corriente continua**

Son de gran facilidad para la regulación de velocidad, cambios o inversiones rápidas de la marcha, y sin necesidad de equipos costosos es posible efectuar control automático de torques y velocidades.

Por las ventajas descritas anteriormente se utilizan primordialmente en industrias papeleras, textileras, químicas, siderúrgicas y metalúrgicas. En estos motores, el

estator está formado por polos principales y auxiliares excitados por corriente continua, así mismo el rotor se alimenta con corriente continua mediante el colector de delgas y las escobillas.

### 2.8.2.1 Clases de motores de corriente continua

Dependiendo de la forma en que se alimentan los devanados del estator se clasifican:

- **En derivación:** El estator se alimenta con la misma tensión que el inducido.
- **Independiente:** El estator y el inducido se alimentan con fuentes separadas independientes.
- **En serie:** El estator y el inducido se conectan de modo tal que por ellos circule la misma corriente.
- **Compound:** Es una combinación de las conexiones en serie y en derivación. Una representación gráfica de la anterior clasificación se ilustra en la siguiente:

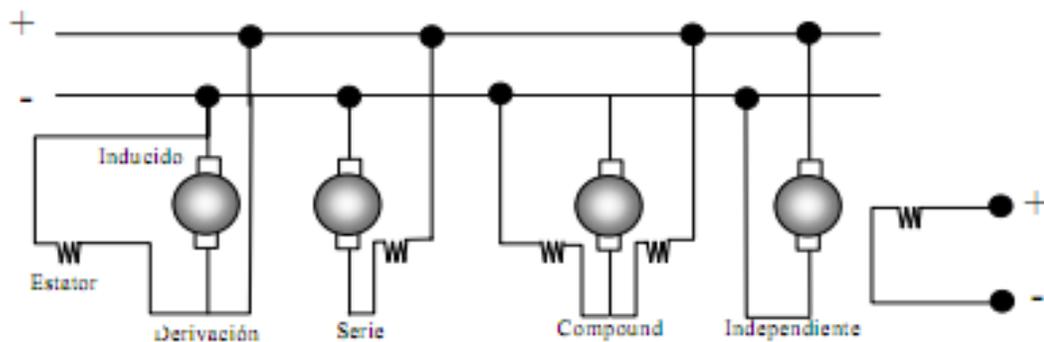


Fig 2.33 Tipos de motores de CC

En los motores en derivación, el flujo por polo es prácticamente constante, y considerando que el par del motor es proporcional a la corriente y que la velocidad disminuye linealmente al aumentar esta, se tiene un motor en el que la velocidad varía muy poco cuando varía el par, por lo cual se utilizan en casos donde la velocidad debe ser lo más independiente posible de la carga.

Los motores con excitación independiente son prácticamente iguales a los anteriores.

En los motores serie, la corriente del inducido atraviesa los polos y como el flujo producido en un polo depende de la corriente, el flujo será variable. El comportamiento típico de este motor es el siguiente:

El par del motor crece al principio en forma cuadrática, más adelante, crece en forma lineal.

La velocidad disminuye más que proporcionalmente al crecer la intensidad.

Por lo cual, se tiene un par muy elevado a velocidades pequeñas (arranque) y velocidades muy grandes con pares muy pequeños.

Este tipo de motores no puede funcionar en vacío puesto que en estas condiciones el flujo es muy pequeño y según la velocidad aumenta produciéndose un embalamiento. No pueden usarse en aplicaciones donde la carga pueda faltar ocasionalmente. Suelen utilizarse para tracción eléctrica, grúas, etc.

### 2.8.3 Motores Asíncronos

Los motores asíncronos basan su funcionamiento en la creación de un campo magnético giratorio en el entre hierro, debido a la circulación de corriente alterna trifásica en el estator.

#### 2.8.3.1 Clasificación de los motores asíncronos

Los motores asíncronos se clasifican de acuerdo a la forma constructiva del rotor. Dicha clasificación es la siguiente:

- **Jaula de ardilla** El rotor está compuesto por un conjunto de barras conductoras de cobre unidas en sus extremos por anillos.
- **Rotor bobinado:** El rotor está compuesto por un arrollamiento (devanado) introducido en ranuras similares a las del estator. Los extremos de cada fase se conectan a unos anillos colectores montados sobre el eje, aislados eléctricamente de él.

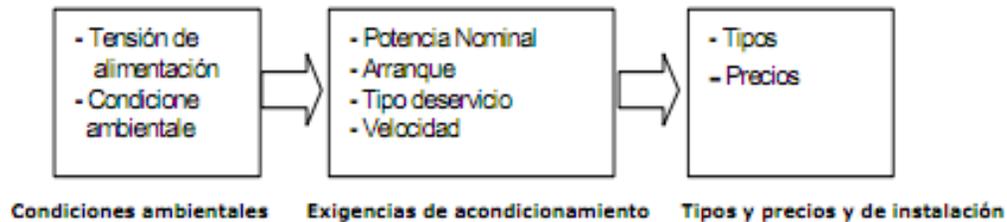
Lo anterior, permite conectar al devanado rotórico resistencias adicionales externas para reducir la corriente de arranque. Una vez finalizado el periodo de arranque se cortocircuitan los anillos y se levantan las escobillas.

El motor asíncrono suministra cualquier potencia hasta los límites de su capacidad de sobrecarga.

#### 2.8.4 Determinación óptima de la potencia de motores

Para una aplicación determinada, la elección de un motor eléctrico óptimo resulta bastante complejo (debido a los muchos factores que deben tenerse en cuenta), es decir, no existe una regla exacta y precisa que se aplique en todos los casos. En tal sentido, se pretende dar algunas orientaciones que permitan elegir el camino más indicado en cuanto a la elección del motor se refiere.

Se puede resumir los factores más importantes a tenerse en cuenta en la elección de un motor en los siguientes tres bloques:



**Fig 2.40** Factores importantes de un motor

### 2.8.5 Conveniencia de la instalación de Motores trifásicos en lugar de monofásicos

Para ciertas aplicaciones, en donde la potencia requerida es pequeña, son de mucha utilidad los motores monofásicos.

Las aplicaciones más comunes son:

- Electrodomésticos: Aspiradoras, frigoríficos, ventiladores, batidoras, etc.
- Equipos de oficina.
- Industria y comercio: Máquinas y herramientas portátiles, pequeños accionamientos, etc.

A pesar de lo anterior, la utilización de estos motores es bastante desfavorable frente a los trifásicos debido a los siguientes factores:

- La caída de velocidad al aumentar el par resistente es mayor.
- La eficiencia es menor.
- El factor de potencia es menor.
- Su par de arranque es nulo, no puede arrancar por sí mismo.

## 2.9 Matriz de decisión

Durante la etapa de evaluación de las alternativas, pueden usarse muchas herramientas, cualitativas y cuantitativas, una simple pero efectiva es la matriz de decisión

Se elige la alternativa que obtenga el resultado más beneficioso.

<b>Matriz de decisión - Plc</b>		
<b>EQUIPOS</b>	<b>CARACTERISTICAS</b>	<b>COSTO</b>
Plc - THINGET XC3 - 24RT	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 14 IN / 10 OUT.</li> <li>• 2 Salidas rápidas a transistor de alta frecuencia</li> <li>• Programación sencilla</li> <li>• Varias lista de instrucciones</li> <li>• Cuenta con dos puertos de comunicación que facilita la comunicación y a la programación a la vez</li> <li>• Incluye cable de comunicación</li> </ul>	\$ 320
CPU 224 AC/DC/RV SIEMENS S7-200	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instrucciones complejas</li> <li>• Cable de programación rs-485</li> </ul>	\$ 500

	a rs232 valor \$190	
PLC LOGO 230RC SIEMNS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siemens 8in/ 4 out</li> <li>• Adicionar entradas y salidas 4in/4out.</li> <li>• No posee salidas rápidas y entradas digitales a 24vdc</li> <li>• Capacidad de memoria muy baja</li> </ul>	\$ 250

**Tabla2.3** Matriz de decisión - Plc

Conclusión:

Se eligió el Plc THINGET XC3 – 24RT debido a la facilidad de manejo tanto para conexiones como para programación y por las salidas rápidas que en este proyecto es necesario para el funcionamiento de los variadores de velocidad, además que el costo es razonable.

<b>Matriz de decisión - Hmi</b>		
<b>EQUIPOS</b>	<b>CARACTERISTICAS</b>	<b>COSTO</b>
Hmi OP-320 XINJE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4 líneas de texto y gráficos</li> <li>• Incluye cable de programación</li> <li>• Teclas navegadoras</li> </ul>	\$ 350

	compatible con Plc de otras marcas	
Hmi TD-400	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compatible solo con S7-200</li> <li>• No incluye cable de programación</li> </ul>	\$ 310

**Tabla 2.4** Matriz de decisión - Hmi

Conclusión:

Se eligió Hmi OP-320 XINJE ya que es compatible con otros Plc y ya incluye cable de programación.

<b>Matriz de decisión - Compresor</b>		
<b>EQUIPOS</b>	<b>CARACTERISTICAS</b>	<b>COSTO</b>
COMPRESOR MARCA CAMPBELL	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compresor pequeño de aire comprimido, ocupa poco espacio físico</li> <li>• Mayor valor de cfm para la presión de 80psi</li> <li>• Fácil movilidad</li> </ul>	\$ 400
SCHULZ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compresor grande de aire comprimido, ocupa mayor espacio físico</li> </ul>	\$ 520

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presión 100 psi conveniente para la industria</li> <li>• Difícil movilidad</li> </ul>	
--	--	--

**Tabla 2.5** Matriz de decisión - Compresor

Conclusión:

Se utilizó compresor marca Campbell ya que ocupa un espacio físico pequeño de fácil movilidad y cumple con la presión suficiente para hacer funcionar la máquina en consecuencia el costo es menor.

<b>Matriz de decisión – Variador de velocidad</b>		
<b>EQUIPOS</b>	<b>CARACTERISTICAS</b>	<b>COSTO</b>
VARIADOR XINJE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alimentación 2 fases 220 Vac</li> <li>• Incluye potenciómetro</li> <li>• Tiempo de respuesta 1-3 segundos</li> <li>• Instrucciones de programación complejas</li> <li>•</li> </ul>	\$ 260
VARIADOR SINAMIC G110, SIEMENS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alimentación 2 fases 220 Vac</li> </ul>	\$ 290

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No incluye potenciómetro</li> <li>• Instrucciones de programación sencillas</li> <li>• Tiempo de respuesta de 1,5 segundos</li> </ul>	
VARIADOR DE VELOCIDAD IG5A, LS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alimentación 2 fases 220 Vac</li> <li>• No incluye potenciómetro</li> <li>• Instrucciones de programación sencillas</li> <li>• Tiempo de respuesta 1 segundo</li> </ul>	\$ 320

**Tabla 2.6** Matriz de decisión - Hmi

Conclusión:

Se utilizó variador sinamic g110, siemens por su fácil programación y tiempo de respuesta óptimo.

<b>Matriz de decisión – Electroválvulas</b>		
<b>EQUIPOS</b>	<b>CARACTERISTICAS</b>	<b>COSTO</b>
MIDMAN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiempo de ejecución mayor</li> <li>• De fabricación china</li> </ul>	\$ 150
NUMATICS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiempo de ejecución menor</li> <li>• De fabricación Alemana</li> </ul>	\$ 180

**Tabla 2.7** Matriz de decisión - Electroválvulas

Conclusión:

Se utilizó electroválvulas neumaticas por su garantía de funcionamiento por ser de fabricación alemana y por el tiempo de ejecución menor.

<b>Matriz de decisión – Motores</b>		
<b>EQUIPOS</b>	<b>CARACTERISTICAS</b>	<b>COSTO</b>
MOTOR 1/2 HP- 1800RPM SIEMENS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trifásico ligero de aluminio, ip55-aislamiento clase f</li> <li>• Usado en la mayor parte de máquinas</li> </ul>	\$ 150
MOTOR ABB 1/2 HP- 1800RPM	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trifásico de fácil configuración</li> <li>• Usado en máquinas de mayor complejidad</li> <li>• Protección a tierra interna</li> </ul>	\$ 280

**Tabla 2.8** Matriz de decisión - Motores

Conclusión:

Se utilizó motor 1/2 hp-1800rpm siemens por su fabricación garantizada y costo accesible.

<b>Matriz de decisión – Pistón</b>		
<b>EQUIPOS</b>	<b>CARACTERISTICAS</b>	<b>COSTO</b>
MIDMAN 40X100mm	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medidas estándar</li> <li>• Reacción de respuesta inmediata</li> <li>• Fácil instalación neumática</li> <li>• Necesita mantenimiento</li> </ul>	\$ 100
FESTO 40 x 100mm	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reacción de respuesta inmediata</li> <li>• Mayor precisión de empuje</li> <li>• No necesita mantenimiento</li> </ul>	\$ 160

**Tabla 2.9** Matriz de decisión - Pistón

Conclusión:

Se utilizó midman 40x100mm por conveniencia de costos y funcionamiento optimo.

## CAPITULO III

### DISEÑO DEL MEZCLADOR Y ENVASADORA INDUSTRIAL

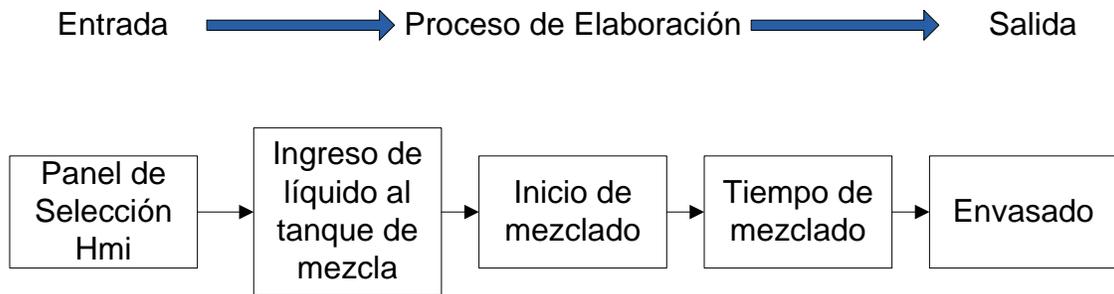
#### INTRODUCCIÓN

El desarrollo de este capítulo se basa en el diseño de la máquina, sus requerimientos de diseño, su infraestructura física, los mecanismos y equipos que conformarán la máquina en general, la programación del Plc para automatizar la máquina y programación de HMI (pantalla de control para la máquina – Interfaz Humano – máquina). También se realizan los cálculos eléctricos necesarios para la instalación y protección de la máquina.

#### 3.1 Descripción del sistema

Actualmente la microempresa ASEOLIM elabora productos de aseo y limpieza de forma artesanal, por lo que todos los procesos de mezclado y envasado de los mismos implican un arduo trabajo, sacrificando la salud del personal quien trabaja en la microempresa produciendo malestares en la espalda, piernas, brazos y fatiga en general, por lo que ASEOLIM se ve en la necesidad de mejorar los métodos de producción sin ocasionar inconvenientes de salud entre los trabajadores, entonces nace la idea de diseñar una máquina al menor costo que cumpla con los requisitos necesarios fig 3.1 que solucione dichos problemas mejorando la producción y evitando desgaste personal, En la fig 3.2 se detalla el proceso al que el trabajador está expuesto en el momento de elaborar los productos manualmente.

### 3.1.1 Proceso general de producción



**Fig 3.1** Proceso general de producción

### 3.1.2 Proceso de mezclado y envasado manual por el trabajador

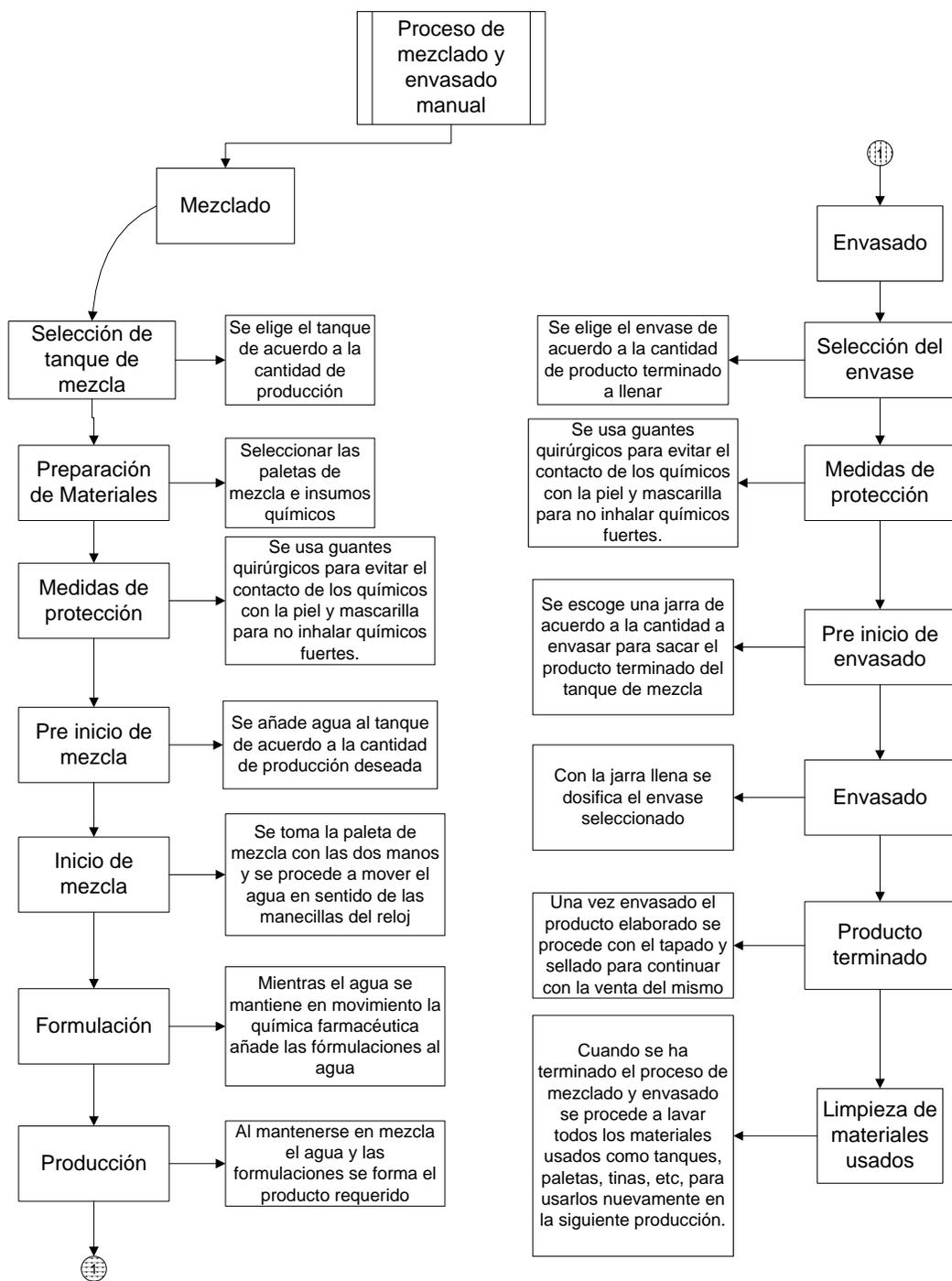


Fig 3.2 Proceso de mezclado y envasado manual de los productos de aseo y limpieza

Entonces tomando en cuenta que el esfuerzo físico de los trabajadores puede traer como consecuencia problemas de salud y limitaciones de producción por el desgaste del mismo, se opta por diseñar una máquina sencilla que realice el trabajo de mezclado y envasado para proteger a los trabajadores en cuestiones de salud y en un futuro producir en mayores cantidades.

La máquina evita el contacto directo con los químicos usados para la elaboración de los productos de aseo y limpieza, suplanta el esfuerzo realizado a la hora de mezclar y envasar el producto terminado.

Considerando las ventajas que proporciona la máquina se concluye que Aseolim está en capacidad de adquirir una máquina que suplante el trabajo forzado por parte del personal que trabaja en la etapa de mezclado y envasado.

A continuación se propone el dialogo que tendría el operario con la máquina HMI para proceder a la selección del proceso que se requiere que la maquina ejecute.

El proceso está diseñado de forma clara, sencilla y apta para cualquier persona que necesite operar la máquina, a continuación en la fig 3.3 se detalla el proceso que se debe seguir.

### 3.1.3 Proceso de mezclado y envasado automático

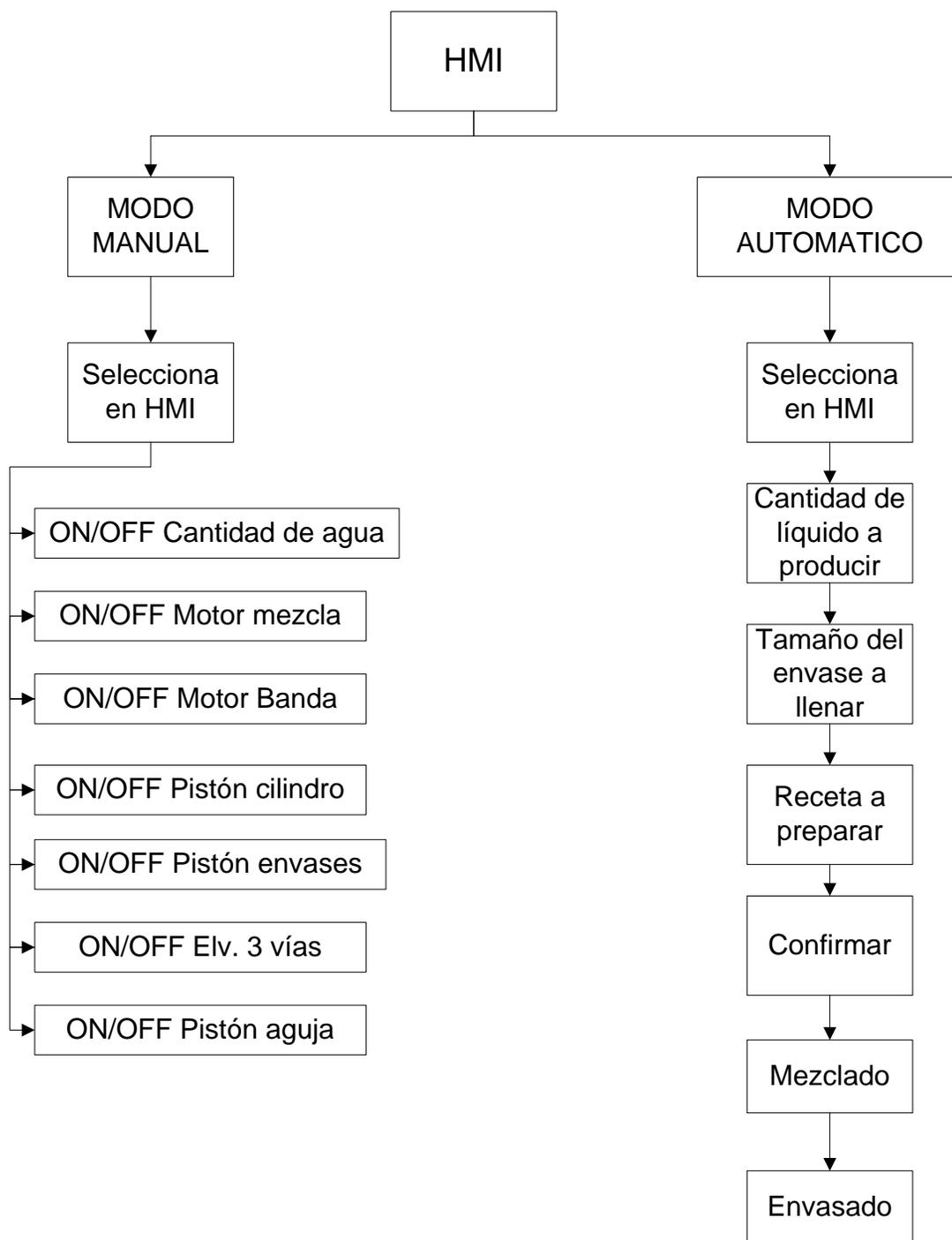


Fig 3.3 Proceso de producción automático de la máquina

El diseño de la máquina se basó en el funcionamiento y estructura de la maquinaria que fabrica la empresa ASTIMEC<sup>23</sup>, se tomó en cuenta lo puntos que más sobresalen de mezcladoras y envasadoras para fusionarlas y diseñar una máquina completa a un costo cómodo ya que astimec fabrica máquinas por separado y a costos inalcanzables.

### **3.2 Parámetros de diseño y requerimientos funcionales**

Es necesario considerar los siguientes parámetros y requerimientos para el diseño de la mezcladora y envasadora industrial para la elaboración de productos de aseo y limpieza:

#### **3.2.1 Pasos considerados para diseñar la mezcladora industrial**

- Sistema de operación para la máquina tipo manual y automático.
- Tanque de mezclado cilíndrico de acero inoxidable, ya que se facilita la limpieza y se requiere trabajar con un producto de uso humano.
- Sistema de agitación con impulsor rotatorio.
- Un solo eje de agitación.
- Motor eléctrico para impulsar el agitador.
- Diseño que permita una fácil adición de los ingredientes.
- Diseño simple que facilite la construcción y el montaje de los elementos.
- Diseño que permita un fácil mantenimiento.
- Aplicar un diseño adoptivo.

---

<sup>23</sup>ASTIMEC: <http://www.astimec.net/>

### 3.2.2 Especificaciones de la mezcladora industrial

Mezcladora Industrial para elaboración de productos de aseo y limpieza			
ESPECIFICACIONES:			
Concepto	Propone	R/D	Descripción
Función	Q	R	Obtener una mezcla homogénea de los ingredientes a usar en la elaboración de productos de aseo y limpieza.
	I	R	Operación de mezclado tipo lote.
	I+Q	R	Facilidad de evaluación de mezcla durante el mezclado
	I+Q	R	Facilidad de evacuación de la mezcla hacia el dosificador.
	Q	R	Capacidad del tanque de mezclado 80 litros.

Dimensiones	I	D	Un solo eje de Agitación
	I+Q	D	Agitador de entrada Superior
Movimientos	I	D	Movimiento rotatorio del agitador
Energía	I	R	Motor eléctrico
Materiales	I	R	Estructura en la que se monta el motor es fabricada en hierro y acero inoxidable.
	Q	D	Recipiente del mezclador de acero inoxidable.
	I+Q	R	Agitador de acero inoxidable
Señales y Control	I	R	Pulsador Na para encendido y Nc para paro de emergencia, control por medio de PLC 14IN/10OUT y Pantalla de control.
Fabricación y Montaje	I	R	Realización de un plano de la máquina proyectado a la construcción y montaje manual.
Vida útil y mantenimiento	I	R	Vida útil de 10 años sin problemas
	I+Q	R	Mantenimiento preventivo programado

Seguridad	I+Q	R	Altura del tanque no muy elevada para poder agregar los ingredientes con facilidad.
Y			
ergonomía	I+Q	D	Buen Aspecto
	I	R	Alta confiabilidad

Elaborado: Miguel Portilla

Fuente: propia

Tabla 3.1 Especificaciones de la mezcladora industrial

**Propone: Q=Químico; I=Ingeniería**

**R/D: R=Requerimiento; D=Deseo**

### 3.2.3 Pasos considerados para diseñar la envasadora industrial

El diseño de la envasadora industrial es necesaria al momento de suplantar el proceso manual de envasado, evitando al trabajador ocasionarse lesiones en la espalda al llenar los envases en posición arqueada.

Pasos considerados:

- Sistema de operación de envasado tipo manual y automático
- Diseño de un Cilindro simple para realizar la carga y descarga del producto para 500 ml de volumen máximo, activado por un pistón.
- Pistón inyector neumático para ejercer fuerza sobre el cilindro y poder realizar la carga y descarga del producto.
- Diseño de un cilindro simple de dosificación para direccionar el flujo de la descarga del producto dentro del envase.

- Diseño de una aguja anti goteo de acero inoxidable que actúa dentro del cilindro de dosificación para abrir y cerrar el paso del producto asegurando la cantidad exacta de llenado y evitar pérdidas.
- Diseño de la estructura metálica de la banda transportadora para el envasado automático.
- Diseño simple que facilite la construcción y el montaje de los elementos.
- Diseño que permita un fácil mantenimiento.
- Aplicar un diseño adoptivo.

**Elaborado: Miguel Portilla**

**Fuente: Propia**

### 3.2.4 Especificaciones de la envasadora industrial

ESPECIFICACIONES:			
Concepto	Propone	R/D	Descripción
Función	Q	R	Obtener un envasado óptimo y preciso durante el proceso de llenado.
	I	R	Operación de envasado vertical.
	I+Q	R	Facilidad de llenado de envases.
	I+Q	R	Ubicación óptima del envase bajo el pistón.
Dimensiones	I	R	Cilindro de 500 ml L=15cm X R=10 cm
	I	R	Micro cilindro L=21cm X R=3cm

	I	R	Válvula de 3 vías eléctrica 1"
Movimientos	I+Q	D	Vertical arriba-abajo dependiendo de la altura del envase.
Energía	I	R	Compresor pequeño de aire comprimido.
Materiales	I Q I+Q	R D R	Estructura en la que se monta la dosificadora y banda transportadora es fabricada en hierro y acero inoxidable.  Cilindro dosificador de acero inoxidable.  Dosificación con pistón.
Señales y Control	I	R	Manual – Automático
Fabricación y	I	R	Realización de un plano de la máquina
Montaje			proyectado a la construcción y montaje manual.
Vida útil y mantenimiento	I  I+Q	R  R	Vida útil de 10 años sin problemas  Mantenimiento preventivo programado

Seguridad			
Y	I+Q	D	Buen Aspecto
ergonomía	I	R	Alta confiabilidad

**Elaborado:** Miguel Portilla

**Fuente:** propia

**Tabla 3.2** Especificaciones de la envasadora industrial

**Propone:** Q=Químico; I=Ingeniería

**R/D:** R=Requerimiento; D=Deseo

### 3.2.4.1 Diseño del proceso manual/automático de la máquina

Para el diseño manual se tomó en cuenta la activación del proceso individual, es decir cada salida del Plc es activada por una entrada del mismo independientemente de que elemento la active.

Para el diseño automático se tomó en cuenta todos los elementos de entrada y salida del Plc para que trabajen conjuntamente dependiendo el uno del otro para de esa manera obtener un proceso automático.

### **3.2.4.2 Condiciones de trabajo de la máquina**

Las condiciones de trabajo están planteadas de acuerdo a los parámetros de diseño y requerimientos funcionales mencionados en la tabla 1 y 2, los cuales fueron propuestos en etapas por parte del químico responsable y el diseñador de la máquina conjuntamente para garantizar el buen funcionamiento de la misma y obtener un excelente producto terminado.

### **3.2.4.3 Encendido de la máquina**

- S2 presionado por 5 segundos, permite activar es sistema de configuración de la receta a elaborarse en la Hmi.
- Si S2 no permanece presionado ese tiempo el sistema total de la máquina permanece bloqueado.
- Una vez presionado S2 más de 5 segundos, se puede acceder a la configuración de la receta a elaborarse y por lo tanto se puede elegir el modo de la elaboración manual o automático.

### 3.2.4.4 Etapa de Mezclado

#### Modo Automático:

- Permite seleccionar la cantidad de producción si va a ser alta o baja
- Si es baja toma en referencia a S4 ( sensor de nivel de agua )
- Si es alta toma en referencia S5 ( Sensor de nivel Alto )
- Con cualquiera de las dos opciones elegidas pasa al siguiente bloque de preparación del producto que aparece en pantalla con las siguientes opciones:

Jabón

Shampoo

Desinfectante

- De la misma manera una vez elegido cualquiera de las 3 opciones pasa al menú de envases a llenar con las siguientes opciones:

500 ml

1L

1G

- Una vez elegida la cantidad a envasar se confirma la selección y se inicia la etapa de mezclado.

#### Entonces:

- Se activa la electroválvula KA3 que es la que permite el ingreso del agua al tanque hasta que los sensores de nivel de agua S1 o S2 detecte el nivel de agua alto o bajo.

- Cuando el nivel de agua llega al sensor alto o bajo de acuerdo a la cantidad de producción seleccionada anteriormente se detiene el ingreso del agua desactivándose KA3.
- Luego Pasa un tiempo de 10 minutos para que el químico ingrese los insumos necesarios para elaborar el producto al tanque e inicia la mezcla activándose M10 (motor de mezcla) durante 30 minutos.
- Después de los 30 minutos de mezcla se detiene el motor y se desactiva por 10 minutos para que la espuma generada por la mezcla disminuya y evitar que la mezcla salga del tanque.
- Finalmente terminado el tiempo de 10 minutos se vuelve a activar M10 y se reinicia la mezcla por 30 minutos mas hasta terminar la etapa de mezclado (los tiempos de descanso y activación de M10 están sujetos a modificación de acuerdo al resultado del producto con la finalidad de obtener un producto terminado de calidad).

### **Modo Manual:**

Permite elegir por individual la acción que se requiere hacer en el proceso de mezclado, desde las opciones planteadas en el HMI.

### **Opciones del Modo Manual desde Hmi:**

- Agua del Tanque:

Un pulsador del Hmi Activa KA3 (Elv. De ingreso del Agua), mientras se mantiene presionado el pulsador el agua ingresa al tanque de mezcla de lo contrario se detiene.

- Inicio de la Mezcla:

Un pulsador del Hmi activa M1 (motor de mezcla) mientras se lo mantiene presionado de lo contrario se desactiva M1.

### 3.2.4.5 Etapa de Envasado

#### Modo Automático

- Una vez terminado la etapa de mezclado se activa M11 (motor de la banda transportadora) por lo que es necesario que un operario ingrese un envase vacío a la banda transportadora.
- Cuando el envase ha sido colocado en la banda, este recorre hasta que un S7 (sensor fotoeléctrico) detecte el envase.
- Luego una vez que S7 detectó el envase inmediatamente se detiene M11 y se activa KA5 (Elv. Pistón inyector botella) el cual activa el pistón encargado de bajar el inyector de envases hasta llegar al pico del envase.
- A continuación se abre KA4 (Elv. 3 vías) la cual abre el paso desde del tanque de mezcla hacia el cilindro de carga y descarga.
- Pasa un tiempo de 1 seg y se activa KA6 (Elv. Pistón actuador en cilindro) el cual ejerce una fuerza de absorción sobre el eje del cilindro de carga y descarga que permite absorber el producto terminado y por ende carga el cilindro del líquido a envasar durante un tiempo.
- Cuando se termina el tiempo de carga del cilindro se activa KA7 (Elv. Aguja anti goteo) que permite el paso del líquido dentro del inyector de envasado hacia el envase a llenar, por lo tanto se desactiva KA4 (Elv.3vías),
- Entonces KA5 (Elv. Pistón inyector de botella) permanece en posición de envasado hasta que termine el llenado del líquido.
- Un contador interno del Plc cuenta cuantas descargas necesita el cilindro de acuerdo al envase a llenar tomando en cuenta que el cilindro es de 500 ml, por ejemplo si se va a llenar un envase de 1l necesita 2 descargas

- El momento de acción del pistón KA6 actúa empujando al vástago del cilindro para ejecutar la descarga del líquido entonces el sensor magnético S8 del pistón cuenta cuantas veces el pistón a inyectado el producto, y con el ejemplo antes mencionado si el envase es de 1l, S8 cuenta 2 veces y se detiene el proceso de carga y descarga del cilindro para activar M11.
- Luego M11 permanece activado hasta que S7 detecte un nuevo envase y se repita el proceso.
- S6 detiene el proceso en cualquier estado en el que se encuentre la maquina, por lo general será activado por exceso de envases en la banda o por no retirar a tiempo los envases llenos de la banda transportadora.

### **Modo Manual:**

Permite elegir por individual la acción que se requiere hacer en el proceso de envasado, desde las opciones planteadas en el HMI.

### **Opciones del Modo Manual desde HMI:**

- Inyector del Pistón de botella:

Un pulsador del HMI Activa KA5 o el pistón inyector de envases, mientras se mantiene presionado el pulsador el pistón baja y por ende baja el cilindro de llenado de envases y permanece en esa posición hasta que el pulsador sea desactivado.

- Inyector del Pistón de cilindro de carga y descarga:

Un pulsador del HMI activa KA6, o pistón que actúa en el cilindro de carga y descarga, entonces mientras se mantiene presionado el pulsador, el pistón jala el vástago del cilindro y absorbe el líquido del tanque de mezclado hasta cargar el cilindro, al soltar el pulsador ocurre lo contrario en lugar de absorber el líquido lo empuja para envasarlo.

- Electroválvula de 3 vías:

Un pulsador del HMI activa KA4 mientras se lo mantiene presionado la electroválvula se abre y permite la absorción del líquido de lo contrario se desactiva y por lo tanto se cierra la electroválvula.

- Aguja Anti goteo:

Un pulsador del HMI activa KA7 o el pistón de la aguja anti goteo abriendo paso de flujo del líquido dentro del cilindro de envasado de lo contrario al soltar el pulsador la aguja hace presión contra la boca del cilindro y cierra el flujo del líquido evitando goteos y asegurando una dosificación exacta.

### 3.2.4.6 Descripción de elementos de mando y fuerza:

ELEMENTO MANDO	DESCRIPCION	ELEMENTO FUERZA	DESCRIPCION
<b>S1</b>	ON Modo manual(pedal)	<b>KA1</b>	Auxiliar
<b>S2</b>	ON Sistema general	<b>KA2</b>	Auxiliar
<b>S3</b>	OFF Paro de emergencia	<b>KA3</b>	Elv. Ingreso de agua al tanque
<b>S4</b>	Sensor nivel agua Bajo	<b>KA4</b>	Elv. 3 Vías
<b>S5</b>	Sensor nivel agua Alto	<b>KA5</b>	Elv. Pistón inyector de botella
<b>S6</b>	Microswitch fin de carrera	<b>KA6</b>	Elv. Pistón actuador en cilindro
<b>S7</b>	Sensor fotoeléctrico	<b>KA7</b>	Elv. Anti goteo
<b>S8</b>	Sensor magnético	<b>KA10</b>	ON Motor de mezcla
<b>S9</b>	Sensor fotoeléctrico	<b>KA11</b>	ON Motor de banda transportadora

**Tabla 3.3** Descripción de elementos de mando y fuerza

### 3.2.5 Filosofía de control

En lo que corresponde a la filosofía de control, el sistema requiere ante todo eficiencia y sencillez, no tanto en la programación lógica interna del Plc, pero sí en la interfaz de opciones del Hmi para que el trabajador pueda usar la máquina sin dificultad.

El sistema requiere que las opciones sean simples y concisas de acuerdo al producto a elaborar, ya sea de modo manual o modo automático. Puede seleccionar varias opciones de acuerdo a la receta a preparar. El sistema en total dispone de 3 recetas por el momento que son: jabón líquido, shampoo, desinfectante, todas las recetas están a disposición del usuario sin restricción para que las manipule a su gusto.

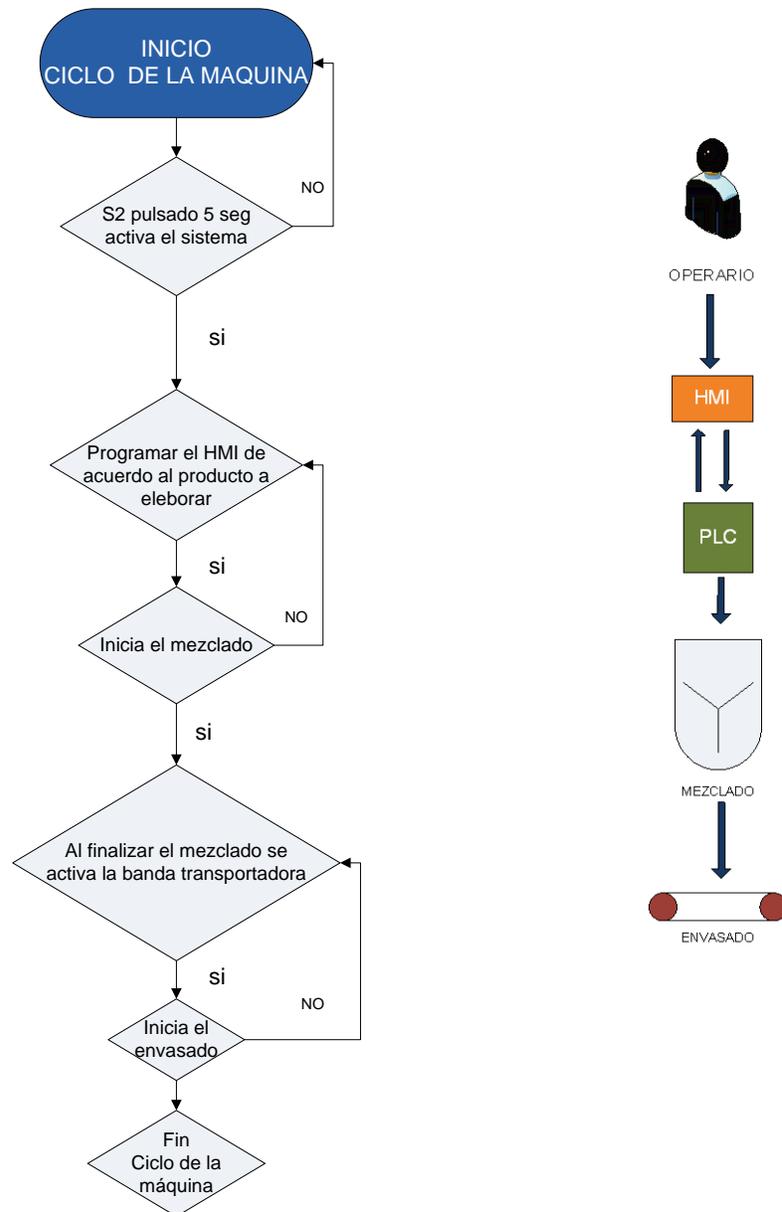
Para lograr una buena interacción con el usuario, se utiliza una pantalla HMI táctil, en ella se van a desplegar todas las páginas que contienen las herramientas (botones, barras de texto, títulos, indicaciones) que se utiliza para que el operario sea capaz de ejecutar el control de la máquina.

Los valores de velocidad de mezclado y envasado necesitan ser almacenados en registros del Hmi para utilizarlos en el programa del Plc desarrollado en ladder que controla el funcionamiento del sistema.

Es necesario que la persona que utilice la máquina no tenga acceso a la configuración de los tiempos ya que podría ocasionar desfases, e incluso daño en el sistema neumático a causa de la presión del aire y los pistones, únicamente el técnico tendrá acceso por medio de una laptop conectada al plc configurar y cambiar dichos cambios.

### 3.2.5.1 Proceso de producción general

Para poder realizar la elaboración de cualquier producto el operario debe acceder en primer lugar al HMI para poder configurar los modos de producción, cantidades, clases, etc. El HMI se comunica con el PLC y es cuando los dos interactúan para poder dar las órdenes programadas por el operario y de esa forma los motores o equipos de fuerza actúan de acuerdo a la necesidad de la producción.



**Fig 3.4** Diagrama de flujo del ciclo de funcionamiento de la máquina

### 3.2.5.2 Proceso de programación del HMI

El HMI permite su programación siempre y cuando el pulsador de encendido S2 supere el tiempo de 5 seg pulsado, de lo contrario el sistema permanece bloqueado.

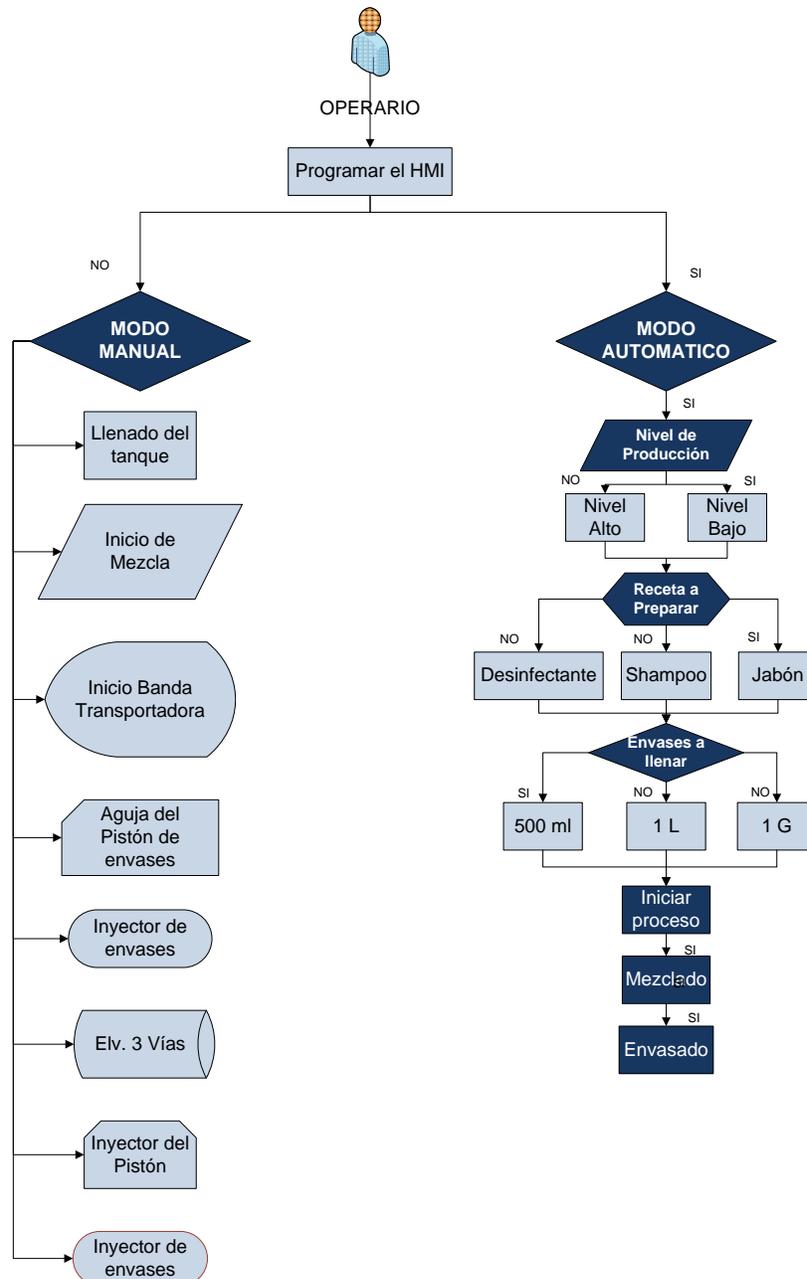


Fig 3.5 Diagrama de flujo de programación del HMI

### 3.2.5.3 Proceso de Mezclado

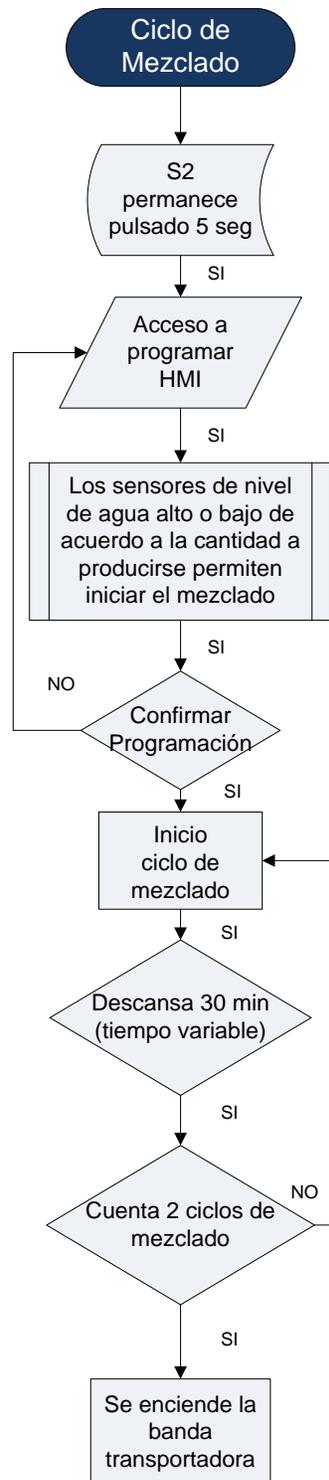


Fig 3.6 Diagrama de flujo del ciclo de mezclado de la máquina

### 3.2.5.4 Proceso de Envasado

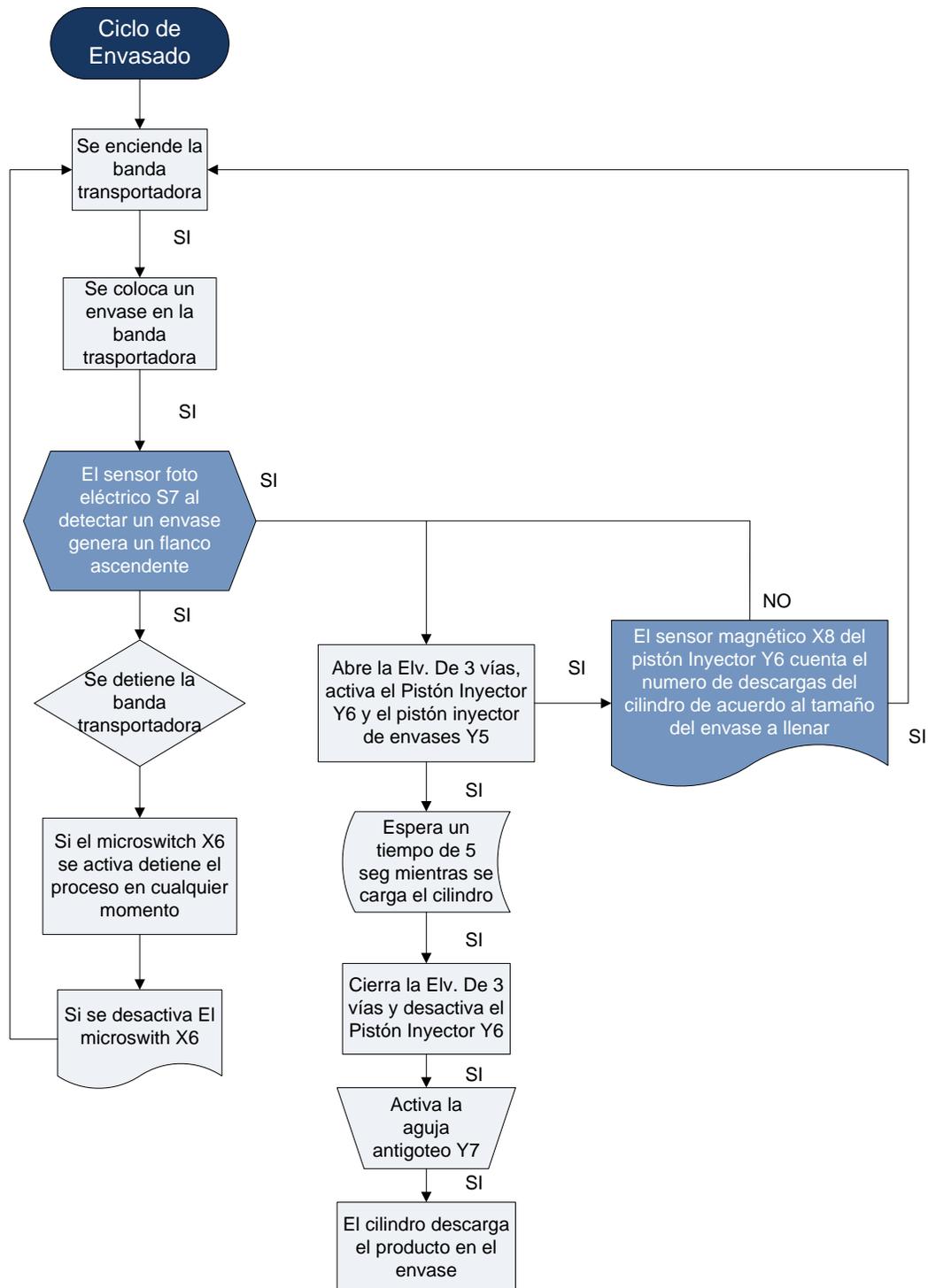


Fig 3.7 Diagrama de flujo del ciclo de envasado de la máquina

### 3.2.6 Diseño de la maquina

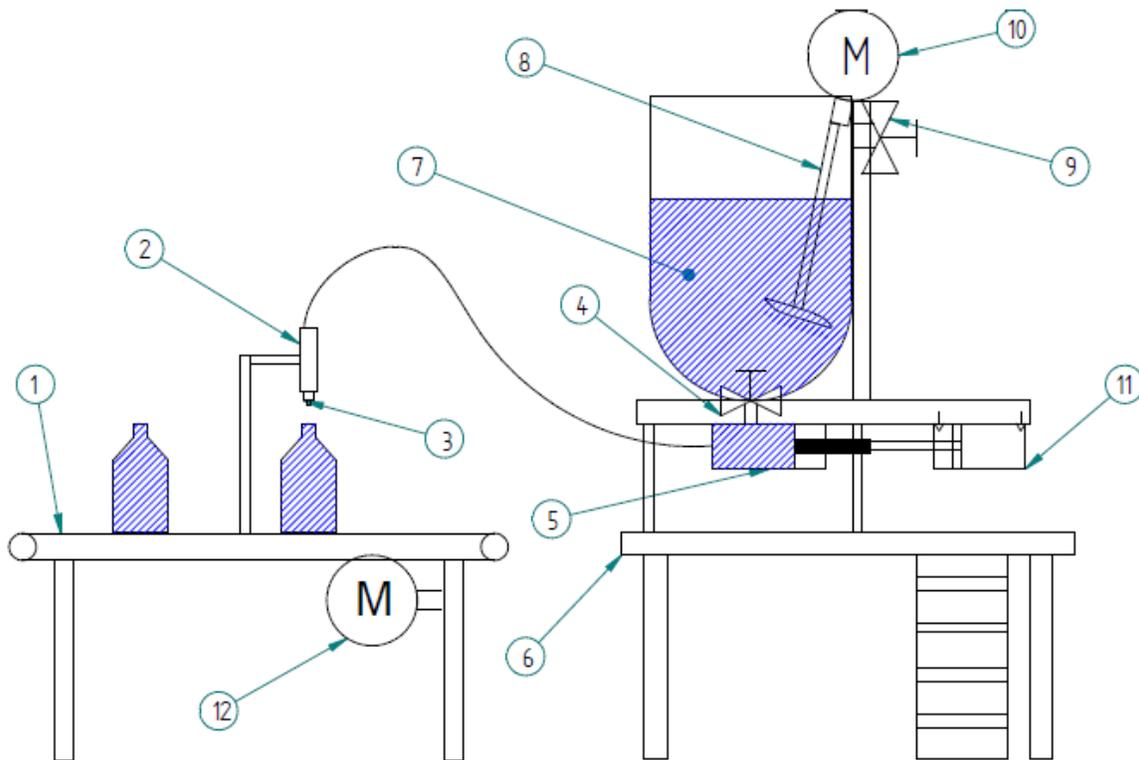


Fig 3.8 Diseño de la máquina

Partes de la máquina			
1	Banda Transportadora	7	Mezcla a dosificar
2	Inyector dosificador de envases	8	Paleta de giro
3	Aguja anti goteo	9	Electroválvula de ingreso de agua
4	Electroválvula 3 vías	10	Motor mezclador
5	Cilindro de carga y descarga	11	Pistón actuador en cilindro de carga y descarga.
6	Meza general del mezclador	12	Motor de la banda transportadora

Tabla 3.4 Partes de la máquina

### 3.2.6.1 Diseño del mezclador

Tomando en cuenta la producción requerida diaria basada en la producción manual artesanal se fabrica un lote de desinfectante y un lote de jabón líquido diario que corresponde a 160 litros en total aproximadamente, por lo que el diseño del mezclador está orientado para un fácil acceso de insumos químicos y visualización clara durante el mezclado, por esta razón las dimensiones del mezclador están de acuerdo al criterio planeado necesario.

### 3.2.6.2 Dimensiones del mezclador

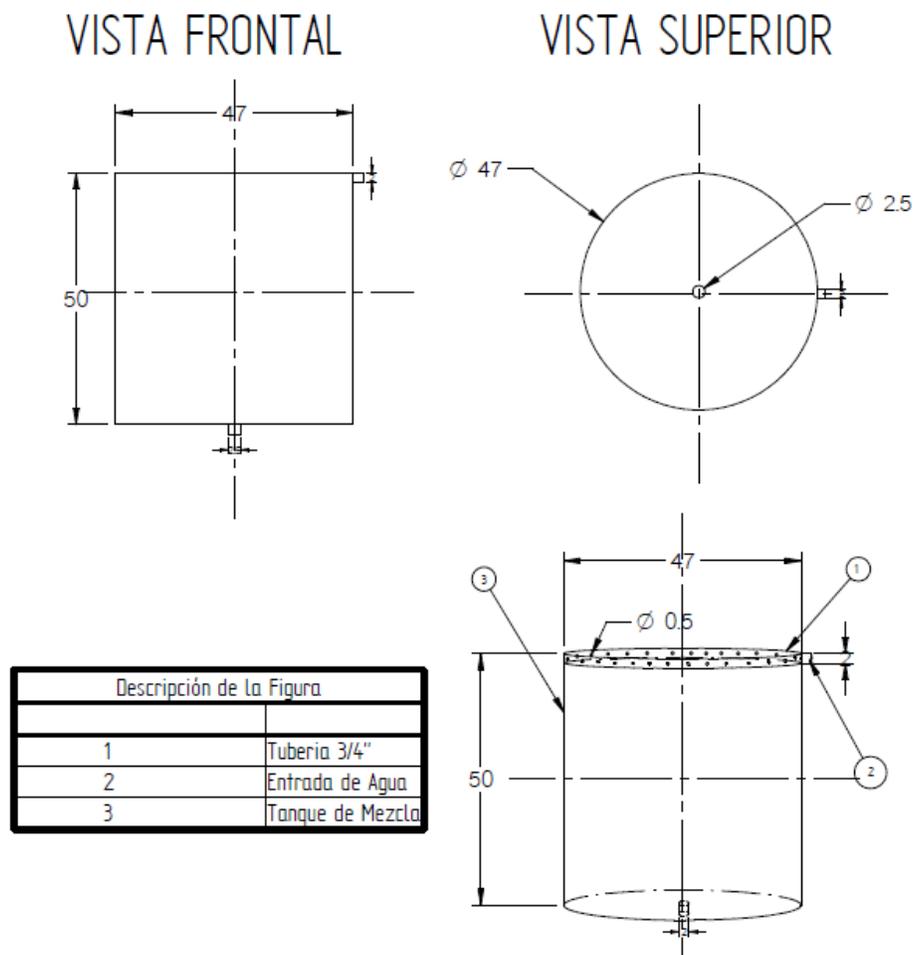
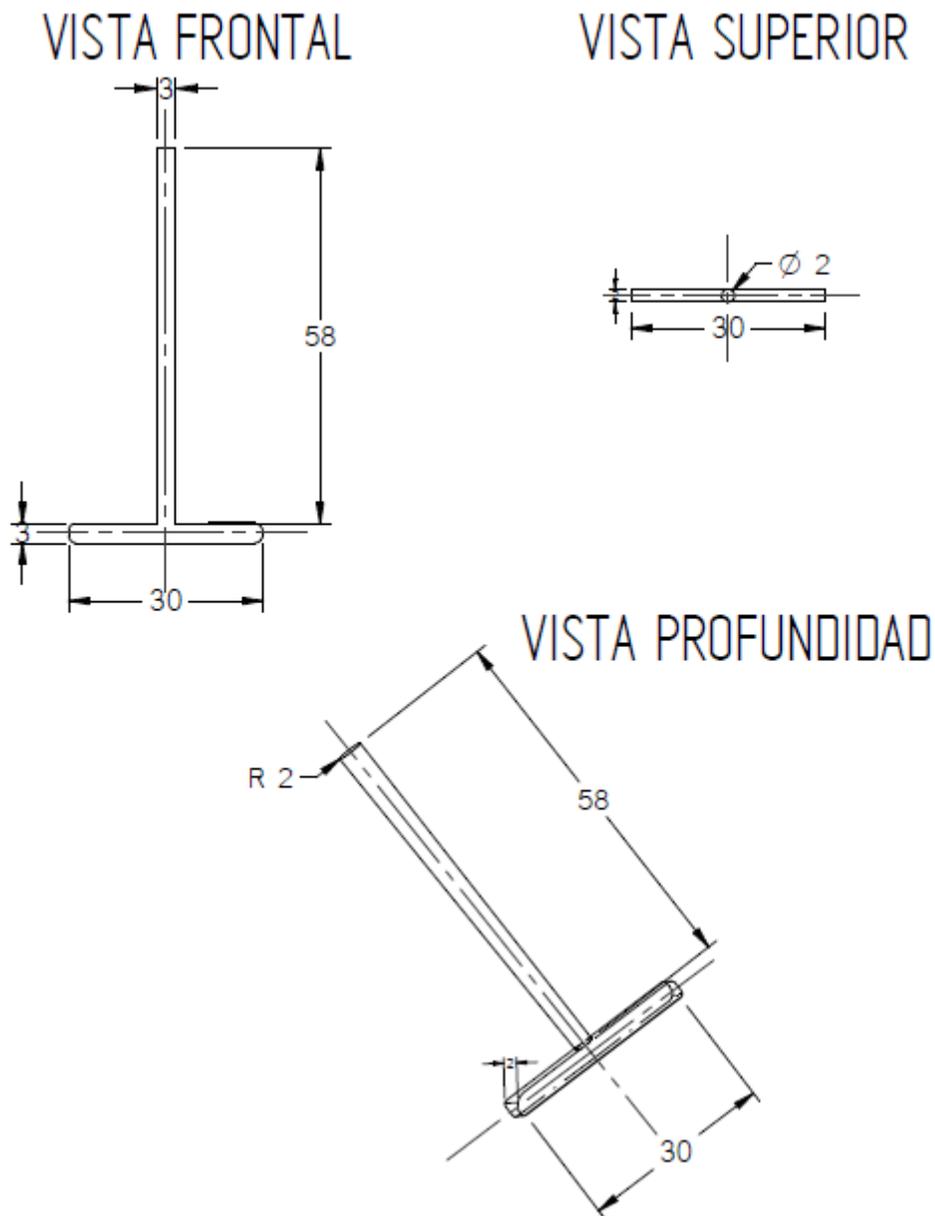


Fig 3.9 Dimensiones del mezclador

### 3.2.6.3 Diseño y dimensiones de la paleta para el mezclado

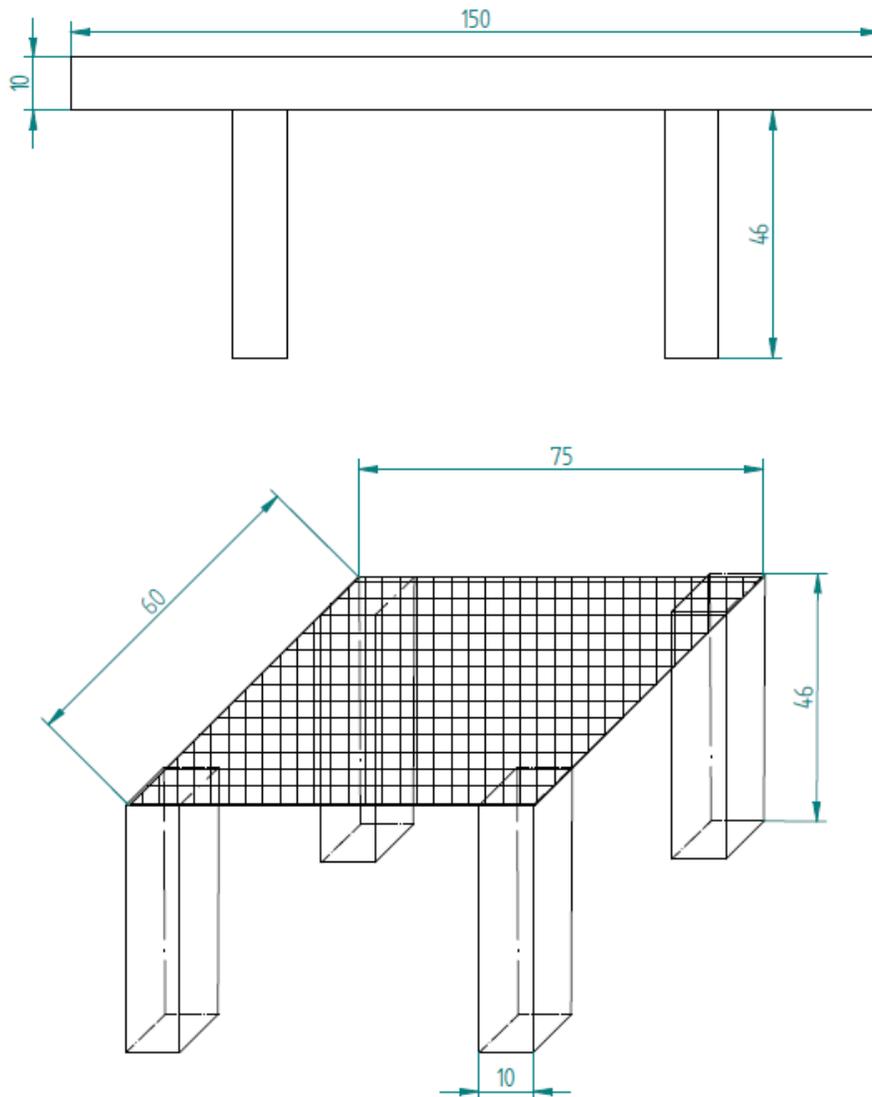
El diseño de la paleta está basado de acuerdo a las dimensiones del tanque de mezcla para poder realizar una mezcla homogénea del producto y de esta manera lograr un producto de calidad sin residuos de insumos químicos.



**Fig 3.10** Diseño de la paleta de mezclado

### 3.2.6.4 Diseño y dimensiones de la mesa de trabajo

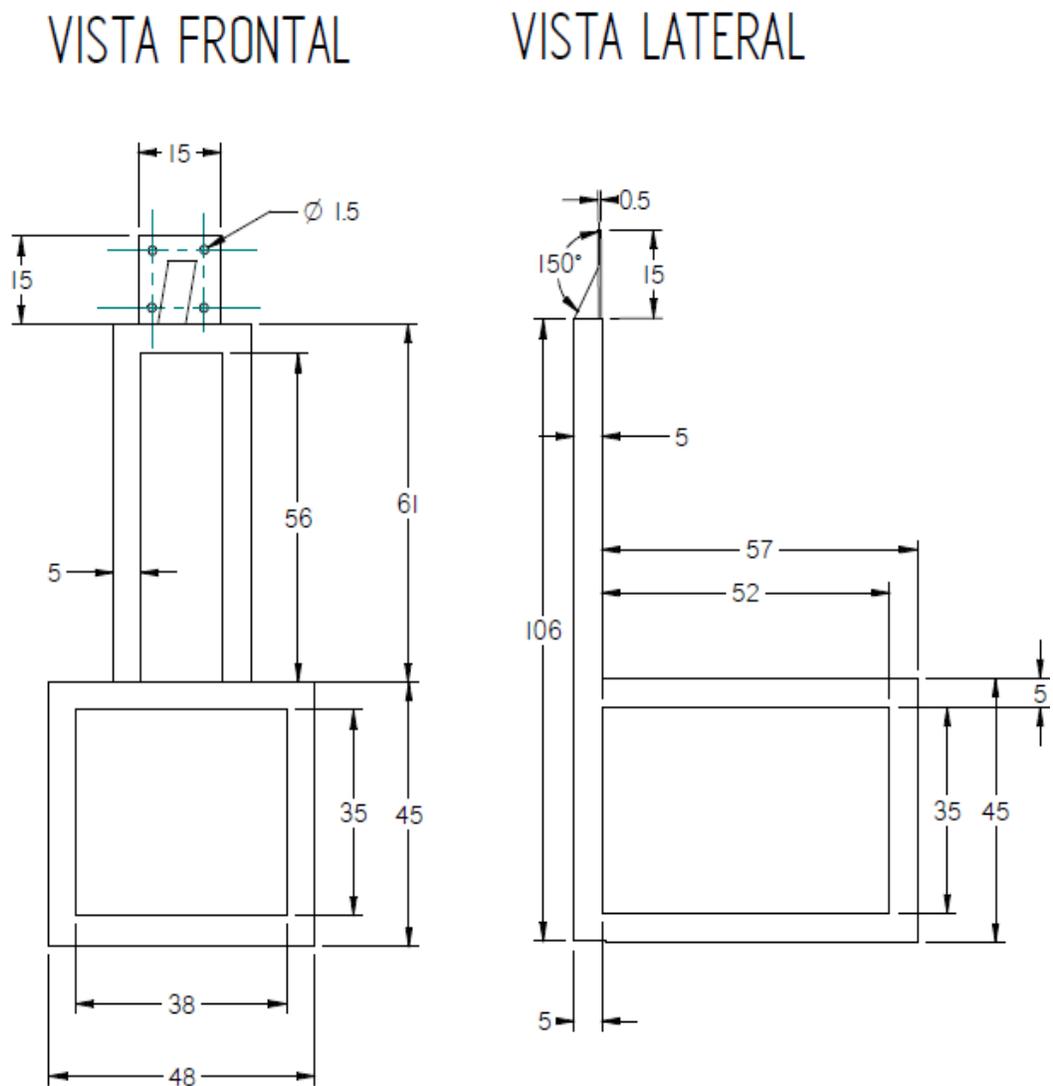
La mesa de trabajo está diseñada para soportar el peso del mezclador y la persona encargada de ingresar los insumos al mezclador, por esta razón está realizada con una plancha de acero inoxidable en la superficie para evitar el óxido y asegurar que no se contamine el producto elaborado, y la estructura metálica es a base de hierro para soportar el peso.



**Fig 3.11** Diseño de la mesa de trabajo

### 3.2.6.5 Diseño y dimensiones del banco de soporte para el mezclador

El banco de soporte para el mezclador está considerado para tener una gravedad de caída del líquido o producto terminado desde el mezclador y de esta forma facilitar el proceso de envasado como también el fácil acceso al ingreso de insumos químicos al tanque y la visualización cómoda de la mezcla en proceso.

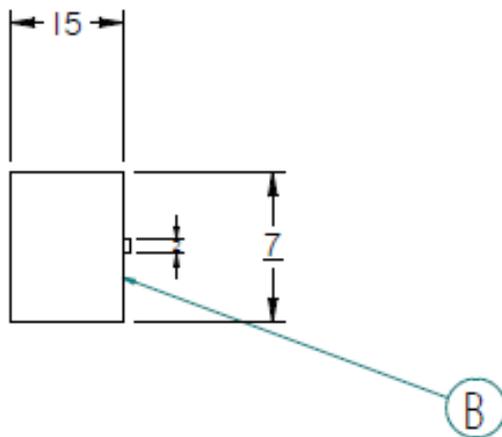
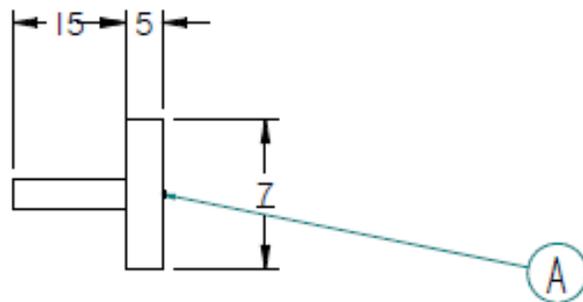


**Fig 3.12** Diseño del banco de soporte para el mezclador

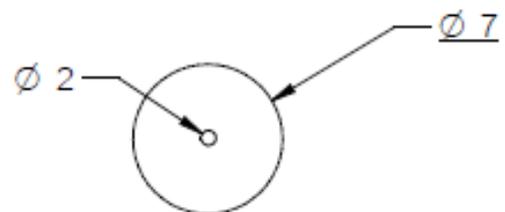
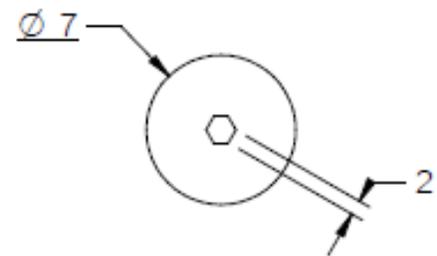
### 3.2.6.6 Diseño y dimensiones del cilindro de carga y descarga del producto.

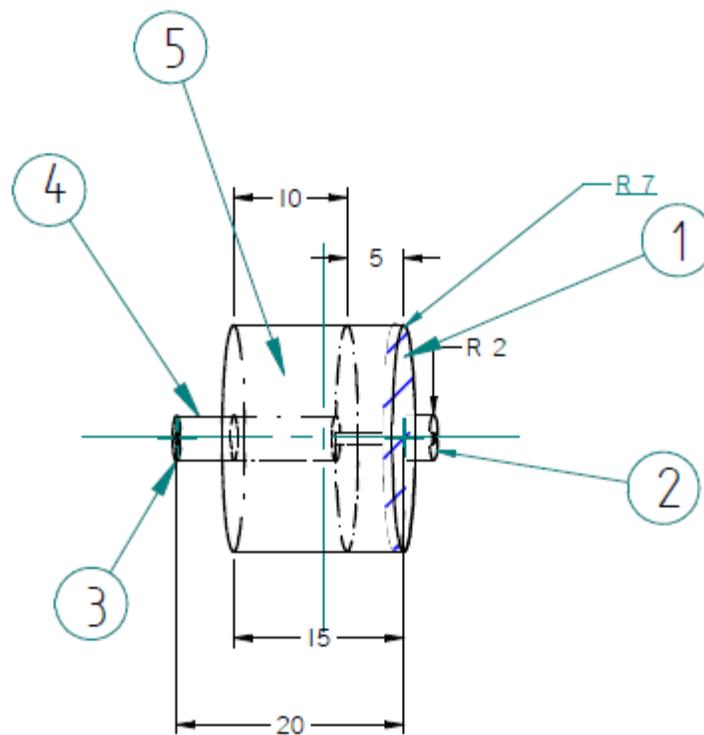
El cilindro de carga y descarga del producto tiene como objetivo absorber el producto del tanque de mezcla con una capacidad máxima de 500 ml para luego descargarlo dentro del envase a llenar, lo cual se hace posible con la ayuda de un pistón neumático el cual ejerce la fuerza de atracción y repulsión sobre el cilindro para poder efectuar la carga y descarga del producto elaborado.

#### VISTA LATERAL



#### VISTA FRONTAL





**Fig 3.13** Diseño del cilindro de carga y descarga de líquidos

PARAMETROS DEL CILINDRO	
A	VASTAGO
B	CILINDRO
1	TAPA DEL CILINDRO
2	ROSCA ACOPLE ELV 3V.
3	ACOPLE AL PISTON
4	VASTAGO
5	RECAMARA DEL PISTON

**Tabla 3.5** Parámetros del cilindro

### 3.2.6.7 Diseño y dimensiones del cilindro y de la aguja antigoteo para el llenado de los envases.

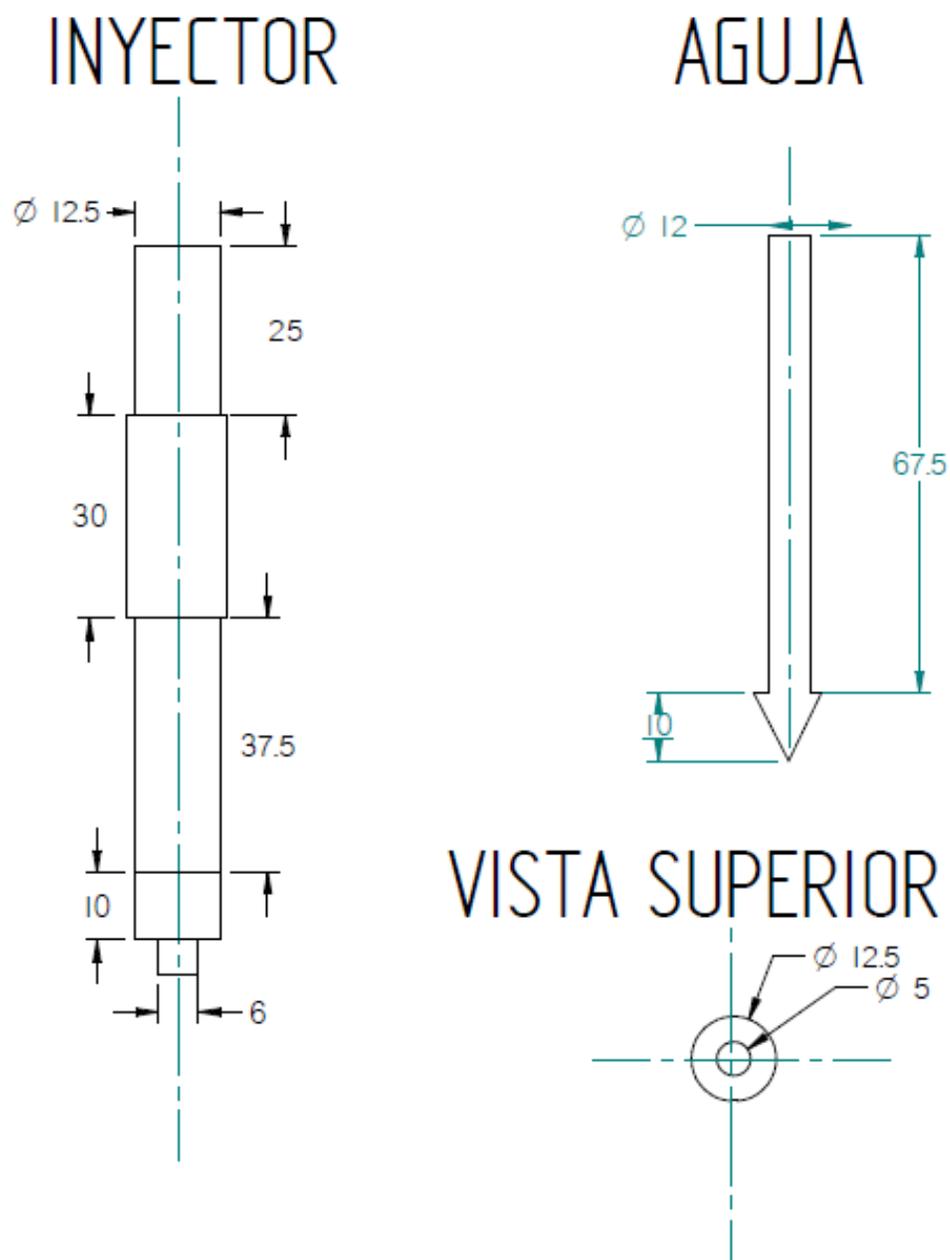
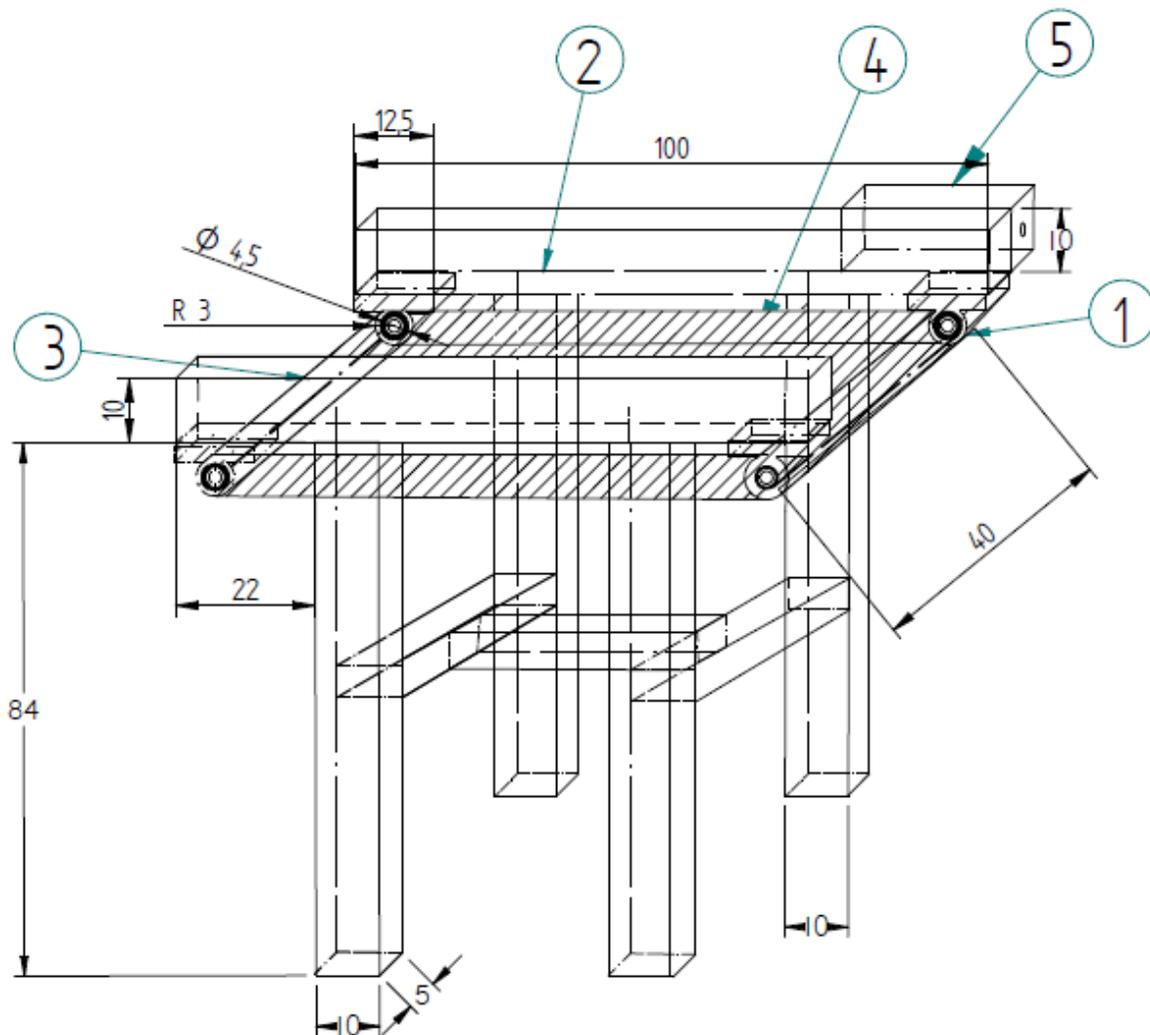


Fig 3.14 Diseño de lla aguja anti goteo

### 3.2.6.8 Diseño y dimensiones de la mesa para acoplar la banda transportadora

Para el diseño de la mesa para la banda transportadora se toma en cuenta la distancia necesaria para poder llenar los envases sin dificultad dando lugar al ingreso vacío del envase y retirado una vez lleno usando una banda de teflon



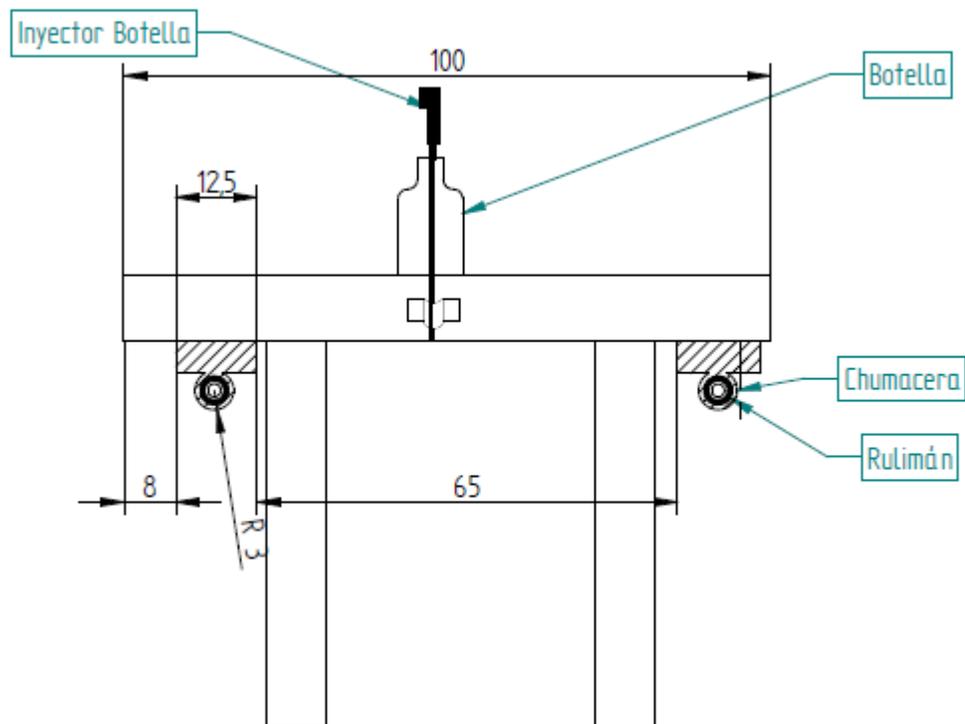
antideslizante que es de material resistente al agua.

**Fig 3.15** Diseño de la mesa para la banda transportadora

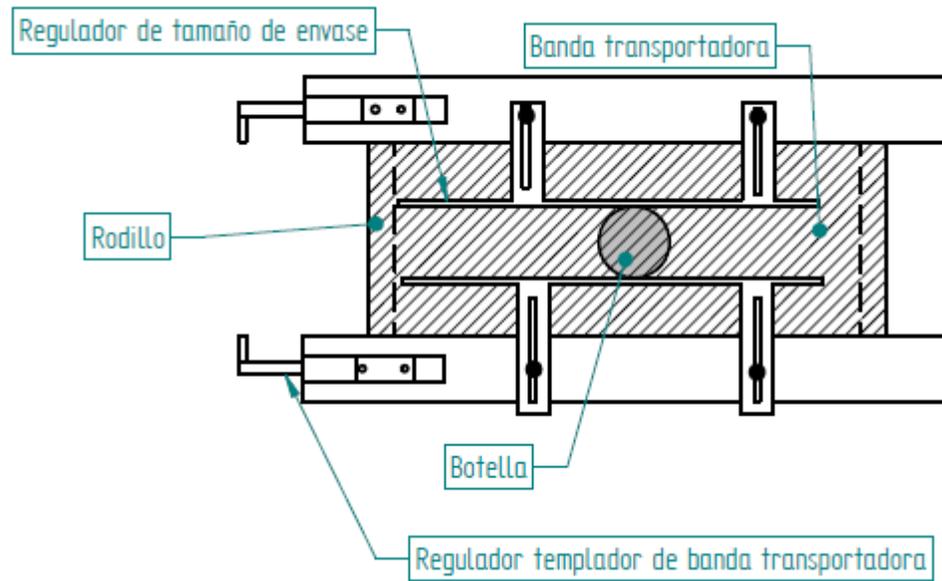
Especificaciones de la estructura metálica para la banda transportadora	
1	Chumacera y ruliman para hacer girar el rodillo
2	Estructura metálica de la mesa
3	Rodillo giratorio para la banda transportadora
4	Banda Transportadora
5	Motor reductor de velocidad

**Fig 3.6** Especificaciones de la estructura metálica – banda transportadora

### 3.2.6.9 Diseño y dimensiones de los componentes necesarios para la implementación de la mesa de la banda transportadora



**Fig 3.16** Diseño y dimensiones de la mesa – banda transportadora

**VISTA SUPERIOR****Fig 3.17** Vista superior de la mesa – banda transportadora

### 3.3 CALCULOS REQUERIDOS PARA EL DISEÑO DE LA MAQUINA

#### 3.3.1 Cálculos del mezclador

##### 3.3.1.1 Consideraciones para la potencia del motor

Para estimar la potencia del motor, es preciso disponer de una correlación empírica de la potencia o del número de potencia en función de otras variables del sistema. Tal correlación se establece por análisis adimensional<sup>24</sup> en función de los parámetros geométricos del tanque y del impulsor, además de parámetros como la viscosidad ( $\mu$ ), la densidad del líquido ( $\rho$ ) y las revoluciones por segundo. El número de potencia es función del número de Reynolds ( $Re$ )<sup>25</sup>.

Donde:

$$N_p = \frac{P}{\rho N^3 D_a^5} \quad (\text{SI})$$

$N_p$ : número de potencia (de gráficos)  
 $D_a$ : diámetro del impulsor (agitador) en m  
 $N$ : velocidad de rotación en rev/s  
 $\rho$ : densidad del fluido en  $\text{kg/m}^3$   
 $P$ : Potencia en J/s o W

**Fig 3.18** Consideraciones para la potencia del motor

<sup>24</sup> **Número adimensional** es un número que no tiene unidades físicas que lo definan y por lo tanto es un número puro

<sup>25</sup> El **número de Reynolds** ( $Re$ ) es un número adimensional utilizado en mecánica de fluidos, diseño de reactores y fenómenos de transporte para caracterizar el movimiento de un fluido.

De la ecuación de la figura 3.17 se despeja la potencia y se obtiene:

$$P = N_p \times \delta \times N^3 \times Da^5$$

**Ec. 3.1** Ecuación para el cálculo de la potencia del motor

Por ser mezcladora tipo de rodete con inclinación se considera que:

$N_p = 300$ , este dato se lo consigue a través de ensayos de potencias, probando con potencias para un tipo de mezcla u otra y revoluciones adecuadas por lo que se determina el valor.

$d$  = densidad del líquido más denso.... Aproximadamente 1.3 g/cm<sup>3</sup> transformado a 1300kg/m<sup>3</sup>.

$N$  = velocidad angular, RPM, 110rpm aproximadamente, que sería el valor más bajo para mezclar donde se requerirá mayor esfuerzo del motor y potencia este dato se lo obtiene de la siguiente forma:

$$N = 110/60 = 1.83 \text{ rad/s}$$

$Da$  = diámetro de la hélice,  $Da = 15\text{cm}$  en metros 0.15m

Cálculo de la potencia del motor

$$P = N_p \times \delta \times N^3 \times Da^5$$

$$P = 300 \times 1300 \times 1,83 \times 0,15^5$$

$$P = 182 \text{ W}$$

Se realiza un cálculo de factor de eficiencia de aumento 50% para el diseño

$$P = 182 \times 1,50 = 273 \text{ W}$$

$$\text{En HP: } 1 \text{ HP} = 746 \text{ W}$$

$$\therefore P = \frac{273}{746} = 0,37 \text{ HP}$$

Debido a que la potencia calculada no corresponde a un estándar en el mercado se escoge un motor de potencia aproximada superior al calculado, es decir

**P = 0,5HP o ½ HP**

### 3.3.1.2 Cálculo del volumen del mezclador

Dimensiones:

Diámetro: 47 cm

Altura: 50 cm

Calculo del Volumen: donde  $1000cm^3 = 1litro$

$$\begin{aligned}
 V &= \pi \times r^2 \times A \\
 V &= 3,14 \times 23,5^2 \times 50 \\
 V &= 86.747,22 \text{ cm}^3 \\
 V &= \frac{86.747,22}{1000} \\
 V &= 86,74 \text{ Litros}
 \end{aligned}$$

Ec 3.2 Ecuación para el cálculo del volumen del tanque de mezcla

### 3.3.2 Cálculo del volumen del cilindro de carga y descarga del líquido

Dimensiones:

Diámetro: 7 cm

Longitud: 15 cm

Calculo del Volumen: donde  $1000\text{cm}^3 = 1\text{litro}$

$$\begin{aligned} V &= \pi \times r^2 \times L \\ V &= 3,14 \times 3,5^2 \times 15 \\ V &= 576,97 \text{ cm}^3 \\ V &= \frac{576,97}{1000} \\ V &= 0,576 \text{ l o } 576 \text{ ml} \end{aligned}$$

Ec. 3.3 Ecuación para el cálculo del volumen del cilindro

### 3.3.3 Cálculos de la banda transportadora

#### 3.3.3.1 Consideraciones para la potencia del motor

Primero se considera el peso máximo que soportaría la banda transportadora a pleno funcionamiento:

Por motivo de comodidad en el envasado se considera 4 envases de 1 litro de productos a una densidad de  $1.3 \text{ g/cm}^3$  es decir  $1300\text{kg/m}^3$  tomando en cuenta como líquido más denso.

VOLUMEN  $V= 4$  galones de  $4000\text{cm}^3$  ( $0.004\text{m}^3$ )

$$\text{Entonces : } d = \frac{m}{v}$$

donde d = densidad

m = masa

v = volumen

Reemplazando datos :

$$m = d \times v$$

$$m = 1300 \times 0,016$$

$$m = 20.8 \text{ kg}$$

Por ser una suposición de peso de la carga real se realiza un doble de peso de carga real y también se considera la carga de los materiales.

Se tiene 50kg aproximadamente

El peso sería de 500N

El tiempo del trayecto sería  $t = 10s$

La velocidad aproximada de movimiento sería 4cm/s que sería 0.04m/s pero se calcula por efecto de trabajar con los límites una velocidad mayor de 0.1m/s

$W = P \times v = 500 \times 0.1 \text{ m} = 50W$  considerando efectos de fricción y tracción se aumenta en ambos casos un 50% lo que se obtiene el doble de potencia 100W

Por lo tanto se elige el valor de 0.5 Hp

**P = 0,5 HP o 1/2HP**

El dato de placa del motor es de 1600rpm y el  $i$  de la caja de reducción es el ratio de reducción entonces  $i : 40$ ,  $w = 1600 / i = 1600 / 40$   $w = 40 \text{ rpm}$ , transformamos en rps es decir rad/s

En rad/s es  $40 / 60 = 0.7 \text{ rad /s}$

El diámetro de la polea es

$r = v / w = 0.1 \text{ m/s} / 0.7 \text{ rad/s} = 0.14\text{m}$  es decir 14 cm aproximados.

### 3.3.4 Consideraciones del compresor

Los CFM es pies cubico por minuto

Requerimientos del aire requerido para llenar los frascos

El envase más grande es de 1000 cm<sup>3</sup> y para la velocidad estimada que se quiere llenar se toma en cuenta el tiempo de cada frasco digamos en un cuarto de minuto el caudal sería 4000 cm<sup>3</sup> / minuto eso se transforma a pies entonces:

Se duplica el caudal para compensar las pérdidas y asegurar la capacidad del compresor por lo que se usa un caudal de 8000 cm<sup>3</sup> / minuto

1pie 30.5 cm,

$$8000\text{cm}^3 / \text{min} = 1 \text{ pie}^3 / (30.5)^3 = 1000 / (30.5)^3$$

Cfm = 0.30 cfm, considerando la presión de 80 PSI podría duplicar el valor

Es recomendable usar un valor doble o mayor por la razón de que en un futuro se usara dos inyectores dosificadores, entonces el compresor sería el doble de CFM

### 3.3.5 Cálculo de las protecciones de la máquina

#### 3.3.5.1 Cálculo de protecciones para los motores

El variador de velocidad y las protecciones se consideran de acuerdo a la corriente que consume el motor trifásico en placa.

Para el cálculo trifásico de protección de los motores es necesario aplicar la siguiente fórmula:

$$P = \sqrt{3} \times I \times V \times \cos \varphi$$

#### Ec.3.4 Fórmula de cálculo de las protecciones de los motores

Según los datos de la placa de los motores considerando que son iguales, la eficiencia es del 70% o 0,7, el cos phi es 0,81 y la potencia 0,5 HP (Valor calculado).

Para el cálculo de la corriente que permite asumir el amperaje de la protección se la calcula despejando la I de la Ec 3.4 y se obtiene lo siguiente:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos \varphi} = \frac{373}{\sqrt{3} \times 220 \times \cos 0,81} = \frac{373}{381,01} = 0,97 \text{ A}$$

#### Ec.3.5 Fórmula para el cálculo de la corriente de los motores

La corriente calculada es para el caso de 1 motor pero como son 2 entonces la corriente obtenida se la multiplica x 2 y de esta forma se obtiene la corriente total de los 2 motores.

$$0,97 \times 2 = 1,96 \text{ A}$$

### **3.3.5.2 Cálculo de protecciones para los variadores**

La hoja técnica del variador tiene un valor el de 0.5HP en 220v, una corriente de salida de 2.3 A, y como nuestra alimentación es a dos líneas hay un 25% de disminución de corriente para conseguir una salida a tres líneas por lo tanto es recomendable usar un variador de 0.75 hp.

Las protecciones del variador van en función de la corriente de entrada del variador es decir de 6.2 A.

Se debe subir un 50% de factor por efectos de sobre carga y se obtiene un valor de:

La protección de  $6.2 \times 1.5 = 9.3 \text{ A}$  sería de 10 A a 16 A dependiendo de la disposición de disyuntores en el mercado.

El disyuntor recomendable es de 10 A +2A de los motores= 12A por lo tanto la corriente de protección en los disyuntores es de 15A.

### **3.3.5.3 Protecciones para los relés y salidas y entradas del PLC**

Para los relés por especificación de fábrica se protege con un fusible de 6A para los contactos a 110VAC.

Para las entradas y salidas del plc se usa un fusible de 2A por que no existe una carga considerable para aumentar el amperaje.

### 3.4 Requerimientos del sistema

En los requerimientos del sistema se detalla cada elemento que se necesita para que el sistema de control funcione correctamente y la manera en que se van a relacionar entre sí.

#### 3.4.1 Requerimientos Generales

El sistema requiere de dispositivos sensoriales que se encargan de controlar el nivel de agua, conteo de cargas y descargas del pistón, llenado de los envases entre otros, los cuales son sensores de diferentes clases de acuerdo a la aplicación de la máquina que con la ayuda del Plc y Hmi forman un equipo completo capaz de iniciar, procesar y terminar los productos de aseo y limpieza.

Los dispositivos a utilizarse son los mencionados a continuación de acuerdo a su aplicación:

##### 3.4.1.1 Sensores

CLASE DE SENSOR	APLICACION	REPRESENTACIÓN
<p><b>SENSOR CAPACITIVO</b></p>	<p>Controla el nivel alto o bajo de agua dentro del tanque de mezcla</p>	

<p align="center"><b>SENSOR FOTOELECTRICO</b></p>	<p align="center">Detecta los envases para efectuar el llenado de los mismos</p>	
<p align="center"><b>SENSOR MAGNETICO</b></p>	<p align="center">Detecta el imán interno dentro del pistón inyector para contar las cargas y descargas del cilindro</p>	

**Tabla 3.7** Descripción de los sensores usados en la máquina

### 3.4.1.2 Microswitch

CLASE MICROSWITCH	APLICACION	REPRESENTACION
<p>MICROSWITCH PEQUEÑO CONMUTABLE NA- NO</p>	<p>Desactiva el proceso de envasado en cualquier momento en caso de exceso de envases en la banda transportadora</p>	

**Tabla 3.8** Descripción del microswich usado en la máquina

### 3.4.1.3 Electroválvulas

CLASE DE ELECTROVÁLVULAS	APLICACION	REPRESENTACION
ELECTROVALVULA DE ACCIONAMIENTO DIRECTO NC	Controla el ingreso del agua de la llave al tanque de mezcla	
ELECTROVALVULA 3/2 DE ACCIONAMIENTO DIRECTO NC	Controla el paso del agua para la carga y descarga del cilindro	
ELECTROVALVULAS NEUMATICAS 5/2 DE ACCIONAMIENTO DIRECTO NA/NC	Controla el paso de aire hacia los pistones neumáticos de la máquina	

**Tabla 3.9** Descripción de las electroválvulas usadas en la máquina

Generalmente estos controladores funcionan a 110 VAC, se pueden conectar directamente a la red de alimentación doméstica, pero para la alimentación de la pantalla HMI es necesario utilizar una fuente de 24 VCC.

Los controladores se activan y desactivan por medio de una señal generada desde el HMI o en el proceso automático del PLC activando los relés y por ende los controladores mencionados, dependiendo siempre de la secuencia del programa.

### 3.4.2 Especificaciones técnicas de los controladores usados en la máquina

#### 3.4.2.1 Sensor capacitivo

Diámetro:  $\varnothing$  12mm

Material cuerpo: metálico



Fig 3.19 Sensor capacitivo

ALCANCE	VOLTAJE	HILOS	SALIDA DE CONTROL	HZ	DETECCION
2 mm	12 - 24VDC	3	NPN - NA	1,5 Khz	Saliente

Tabla 3.10. Especificación técnica del sensor capacitivo

### 3.4.2.2 Sensor fotoeléctrico

Autoreflex: Detección: Materiales transparentes

Sensibilidad: Ajustable



**Fig 3.20** Sensor fotoeléctrico

ALCANCE	VOLTAJE	SALIDA DE CONTROL	MODO DE OPERACION
20cm	12 – 24 VDC	NPN - NA	Light On Dark On

**Tabla 3.11** Especificación técnica del sensor fotoeléctrico

### 3.4.2.3 Sensor magnético



**Fig 3.21** Sensor magnético

<b>ALCANCE</b>	<b>VOLTAJE</b>	<b>SALIDA DE CONTROL</b>	<b>MODO DE OPERACION</b>
5 mm	12 – 24 VDC	NPN - NA	Al detectar el imán interno del pistón inyector

**Tabla 3.12** Especificación técnica del sensor magnético

#### 3.4.2.4 Microswitch pequeño



**Fig 3.22** Microswitch pequeño

<b>DESCRIPCION</b>	<b>CAPACIDAD</b>	<b>CONTACTO</b>	<b>MODO DE OPERACION</b>
Palanca larga y roldana	15A 125 VAC	Conmutable NA - NC	Al cierre del microswitch

**Tabla 3.13** Especificación técnica del microswitch pequeño

### 3.4.2.5 Electroválvula de accionamiento directo

Uso: General.

Temperatura: -10 a 80 °C

Conexión: Horizontal



**Fig 3.23** Electroválvula de acondicionamiento directo

ESTADO	VOLTAJE	PRESION DE TRABAJO	PASO DE FLUJO DE
Normalmente Cerrada	110 VAC	7.1 – 142 PSI	2.5 mm

**Tabla 3.14** Especificación técnica de la electroválvula de accionamiento directo

### 3.4.2.6 Electroválvula neumática de 3/2 de accionamiento directo



**Fig 3.24** Electroválvula neumática de 3/2 de accionamiento directo

ESTADO	VOLTAJE	PRESION DE TRABAJO	PASO DE FLUJO
Normalmente Cerrada	220 VAC	7.1 – 142 PSI	2.5 mm

**Tabla 3.15** Especificación técnica de la electroválvula de 3/2 vías

### 3.4.2.7 Electroválvula neumática de 2/2 de accionamiento directo



**Fig 3.25** Electroválvula neumática de 2/2 de accionamiento directo

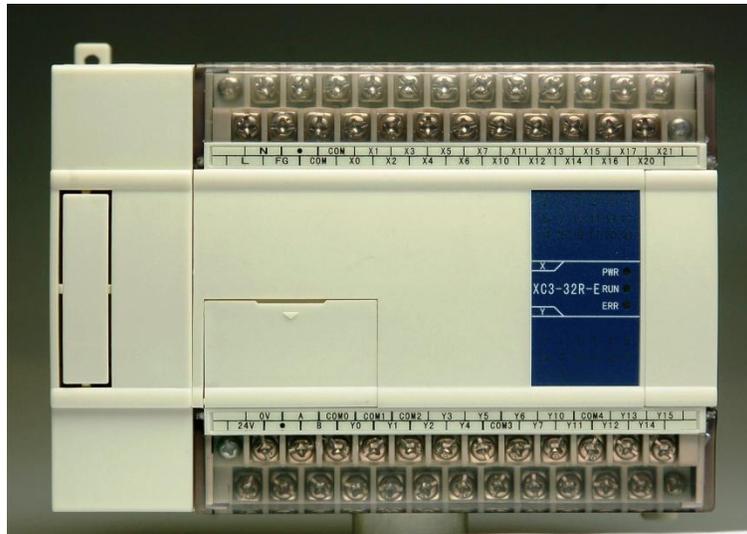
ESTADO	VOLTAJE	PRESION DE TRABAJO	MATERIAL
Normalmente Cerrada	110 VAC	2 – 8 BAR	Bronce

**Tabla 3.16** Electroválvula neumática de 2/2 de accionamiento directo

### 3.4.3 Requerimientos Específicos

#### 3.4.3.1 Controlador lógico programable

#### PLC THINGET XC3 - 24



**Fig 3.26** Plc Thinget XC3-24

Entre otras características, lo que se requiere de este controlador lógico programable es que tenga una reacción rápida ante una señal de entrada tanto de accionamientos manuales o proceso automático del programa para poner en marcha los motores por medio de los variadores, y para ese efecto se usa las salidas rápidas Y0 y Y1.

#### 3.4.3.2 Especificaciones técnicas del PLC

- I / O 14 entradas ~ 10 salidas
- Reloj en tiempo real
- Puertos multi-COM, se puede conectar con los inversores, instrumentos, impresoras, etc

PARAMETROS	ESPECIFICACION	
Tipo de Alimentación	AC	DC
Voltaje Requerido	120V – 220VAC	24 VDC
Frecuencia	50/60 Hz	--
Consumo de Potencia	12W	12W
Comunicación	RS - 232	RS - 232
Salida	Lineal a triac, relé, etc	Lineal a triac, relé, etc

Tabla 3.17 Especificaciones técnicas del PLC

### 3.4.3.3 Conexión del cable de programación

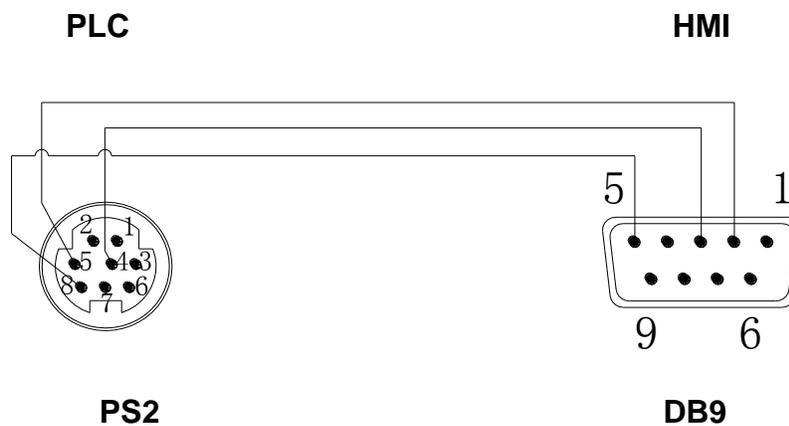
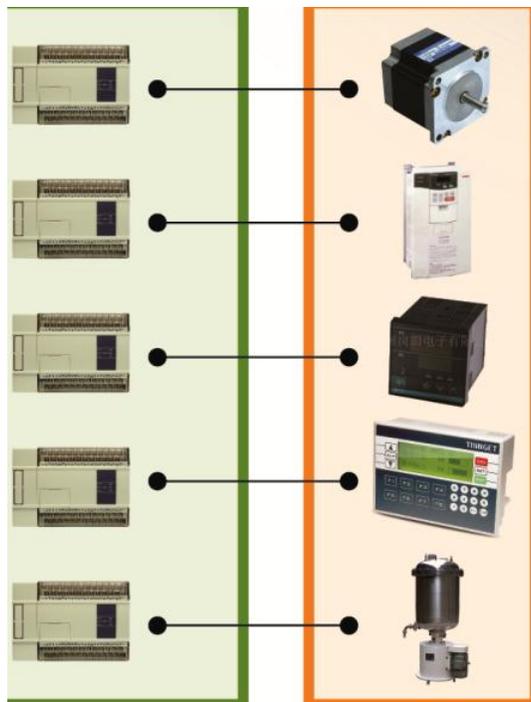


Fig 3.27 Conexión del cable de programación del PLC



**Fig 3.28** Conexiones posibles del PLC

Las conexiones posibles que se puede realizar con el Plc elegido puede ser compatible con motores paso a paso, variadores de frecuencia, pantallas Hmi, Servomotores.

### 3.4.3.4 Funciones externas y dimensiones del PLC

**XC Series Products Summaries**

**XC basic units**

- KC1 series, K080C0
- KC2 series, K080C0
- KC1 series, 180V1000, 180V1800
- KC2 series, 180V1000, 180V1800
- KC3 series, 180V1000, 180V1800
- KC2 series, 180V1400
- KC3 series, 180V1000, 180V1800
- KC3 series, 180V1000, 180V1800

**Special Function Expansion BD Board**

No need to expand any functionality in dapper I/O functions and safety user's wiring, input/output temperature control requirement

**KC series temperature control BD board**

- KC-0A0PT-BD
- KC-0A0PT-BD
- KC-0A0PT-BD
- KC-0A0PT-BD

**Temperature sampling BD board for analog I/O PLC**

- MP3-0A0PT-BD
- MP3-0A0PT-BD
- MP3-0A0PT-BD

**Special PLC**

- MP3-0A0PT-BD
- MP3-0A0PT-BD
- MP3-0A0PT-BD

**Expansion Module**

**Digital expansion**

Input expansion	Output expansion	Input/output expansion
KC-E100, KC-E100V, KC-E100V	KC-E100, KC-E100V, KC-E100V	KC-E100, KC-E100V, KC-E100V

**Analog expansion**

AI type	AO type	Module type
KC-A100, KC-A100V	KC-A100, KC-A100V	KC-A100, KC-A100V

**Temperature control**

PT 100 type	Thermocouple type	Analog temperature module type
KC-T100, KC-T100V	KC-T100, KC-T100V	KC-T100, KC-T100V

**CAN Bus expansion**

KC-A100V	KC-A100V
KC-A100V	KC-A100V

**External Device**

- HMI: EP touch panel, OP operator panel
- Cable: Program cable, Communication cable
- Device: User CD, User manual

Fig 3.29 Funciones Externas del PLC

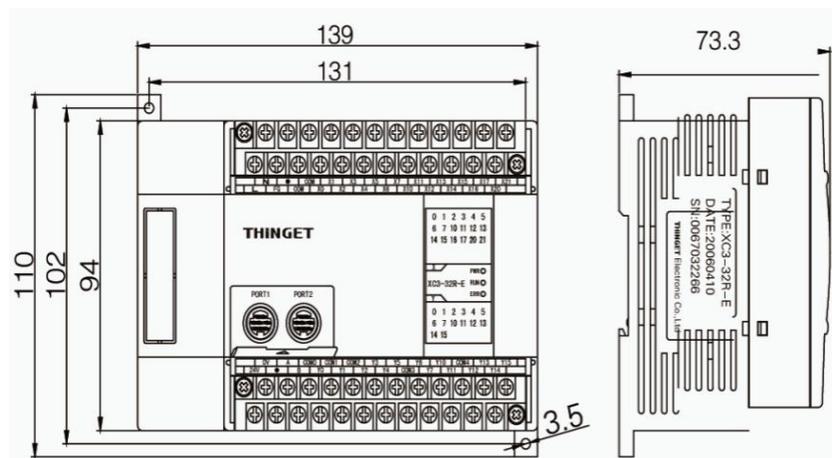


Fig 3.30 Dimensiones del Plc

### 3.4.3.5 Interfaz humano máquina

#### Hmi Xinje OP-320

Serie OP es una interfaz mini-máquina del sistema de automatización, que supervisa, modifica la condición de un registro de control o de un relé en el interior o fuera del PLC, de esta manera el operador puede controlar la máquina fácilmente, y lo mas importantes es que tiene los mismos estándares de comunicación con el PLC.



Fig 3.31 HMI OP – 320

### 3.4.3.6 Especificaciones técnicas de la Hmi

- Reloj en tiempo real
- El teclado se lo puede usar tanto para enclavamiento de bobinas temporalmente o permanentemente.
- Puede interactuar con el Plc en tiempo real para activar o desactivar equipos de trabajo como motores.

PARAMETROS	ESPECIFICACIONES
Tipo de Alimentación	DC
Voltaje Requerido	24 VDC
Consumo de Potencia	Menos de 4 W
Comunicación	RS232/RS422
Característica	Pantalla LCD con retro iluminación STN

Tabla 3.18 Especificaciones técnicas de la HMI

### 3.4.3.7 Conexión del cable de programación

Conector DB9 Macho

Conector DB9 Hembra



Fig 3.32 Conexión del cable de programación de la HMI

### 3.4.3.8 Modo de Conexión del Plc al Hmi

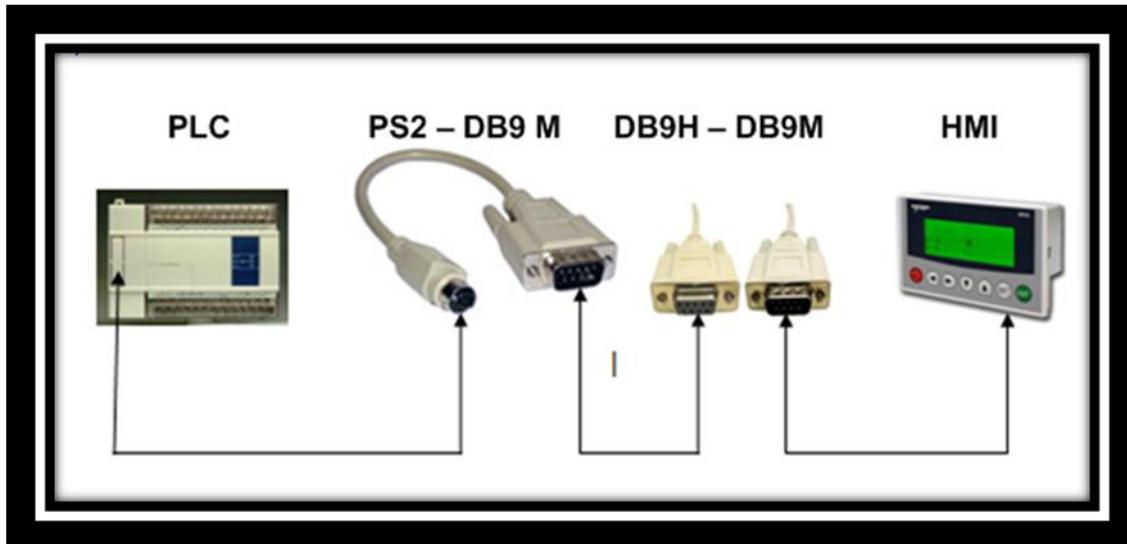


Fig 3.33 Conexión del Plc con Hmi con los respectivos cables

### 3.4.3.9 Relés

El sistema requiere relés que tengan un excelente desempeño con respecto a tiempos de operación y por facilidad en las conexiones que tengan alimentación para el enclavamiento de las bobinas a 24 VDC y los contactos a 110/220 VAC facilitando la el acoplamiento de las conexiones para las electroválvulas.

### 3.4.3.10 Especificaciones técnicas de los relés

El relé que se usa es marca Shneider Eléctric por su buena garantía y porque cumple con lo requerido en el sistema.



Fig 3.34 Relé Schneider Electric

<b>ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LOS RELES</b>	
<b>Potencia nominal</b>	1.1 VA (CA), 0.7 w (CC)
<b>Tensión Max.</b>	24VDC/250 VAC
<b>Intensidad Máx.</b>	6 A
<b>Tiempo de operación + rebote</b>	10 ms
<b>Tiempo de apertura + rebote</b>	8 ms
<b>Vida mecánica, ops</b>	10 millones en CA, 20 millones en CC

Tabla 3.19 Especificaciones técnicas de los Relés

#### 3.4.3.11 Fuente de voltaje de 24 VDC

Es necesario que la alimentación de la fuente sea a 110 VAC y que proporcione los 24 VDC que necesitan los relés para su enclavamiento y de esta manera cerrar los contactos correspondientes de las electroválvulas.



Fig 3.35 Fuente de voltaje 110VAC/24VDC

### 3.4.3.12 Especificaciones técnicas de la fuente de voltaje

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LA FUENTE DE VOLTAJE	
Alimentación	110 VAC
Corriente min	0 Amp
Corriente Máx	2 Am
Potencia	48 watts
Voltaje de salida	24 VDC

Tabla 3.20 Especificaciones técnicas de la fuente de voltaje

### 3.4.3.13 Pistón Inyector de doble efecto

La función requerida del pistón para el sistema es la de un actuador de fuerza ante el cilindro encargado de cargar y descargar los líquidos, la fuerza generada por el pistón permite en un sentido absorber o cargar el cilindro del líquido a envasar y

por el otro lado descargar o expulsar el líquido del cilindro para terminar con el envasado.



**Fig 3.36** Pistón de doble efecto

#### 3.4.3.14 Especificaciones técnicas del Pistón de doble efecto

<b>Especificaciones técnicas del pistón</b>	
<b>Presión</b>	160 bar
<b>Velocidad</b>	Max 0.5 m/s
<b>Temperatura</b>	20 a +80
<b>Carrera</b>	100 mm
<b>Material</b>	Acero

**Tabla 3.21** Especificaciones técnicas del Pistón de doble efecto

### 3.4.3.15 Variador de Velocidad



**Fig 3.37** Variador de Velocidad

En el sistema de control de la máquina es muy importante contar con un variador de velocidad ya que por medio de este es posible variar la velocidad de los motores trifásicos y por ende facilita la mezcla del líquido y la velocidad de envasado.

### 3.4.3.16 Especificaciones técnicas del variador de velocidad

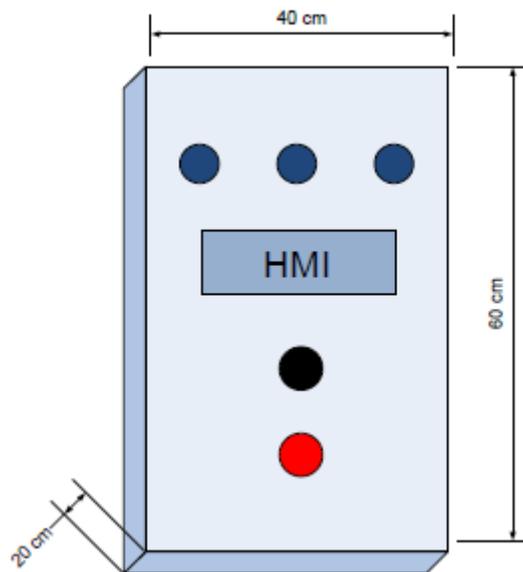
<b>Especificaciones técnicas del variador de velocidad</b>	
<b>Voltaje</b>	230 V
<b>Corriente de entrada</b>	2.3 A
<b>Corriente de salida</b>	10 A
<b>Potencia</b>	0.25 W

**Tabla 3.22** Especificaciones técnicas del variador de velocidad

### 3.4.3.17 Armario pequeño para el tablero de control

Debe ser un armario pequeño metálico dentro del cual se va a construir e implementar el sistema de control. Debe ser empotrable y disponer de algún mecanismo de seguridad para que el acceso a su interior sea únicamente posible si se dispone de una llave especial para abrirlo.

El tamaño del armario debe ser suficientemente como para que se pueda distribuir todos los dispositivos de una manera sencilla y correcta.



**Fig 3.38** Armario metálico pequeño para el tablero de control

### 3.5 Diseño eléctrico del sistema de control

Basándonos en los requerimientos generales y específicos del sistema controlador, se puede establecer los elementos que básicamente el sistema de control necesita:

- Variadores de velocidad
- Sensores
- Pantalla HMI táctil monocromática.
- Fuente de voltaje de 24 VCC
- Lámparas
- Portafusibles
- Breakers
- Relés
- Borneras
- Armario pequeño

La disposición de los elementos va a depender directamente del tamaño del armario que se va a utilizar, así que se planteó el diseño definiendo previamente el posible armario que se va a utilizar.

En el mercado existen gran variedad de armarios o cabinas de diversos tamaños, para este tipo de proyectos, suelen utilizarse los armarios de 30x40x18 cm, cuyo tamaño es el ideal puesto que se aprovecha de mejor manera el espacio. El tamaño del armario se escoge tomando en cuenta la cantidad de elementos que participan en el sistema a implementar.

En el diseño eléctrico los requerimientos necesarios para que la maquina sea de fácil uso y de fácil manejo, se toma en cuenta que sea de fácil montaje para su trasportación.

En los diseños se plantea Circuitos de mando y fuerza los cuales están orientados y mando como todo lo que se refiere a controladores como pulsadores, interruptores, etc, y fuerza a todo lo que incluye el grupo que genera movimiento como los motores con sus respectivas protecciones.

En el caso de los variadores de velocidad se acopla una tarjeta electrónica que en su circuito reemplaza a los potenciómetros para que el control de velocidad sea desde el HMI y no es más que un filtro pasa bajo que manipula la frecuencia de los 60 Hz de la red eléctrica por medio de los variadores de velocidad en lugar del potenciómetro para evitar que la velocidad se la controle manualmente desde el potenciómetro.

Las entradas y salidas del Plc están definidas y detalladas para conocer y encontrar cualquier daño de manera rápida en el caso de suscitarse algún problema.

El sistema neumático se basa en los actuadores y elementos que consumen aire como pistones, electroválvulas que son parte elemental de la máquina ya que sin la ayuda neumática el proceso de la máquina no sería posible.

La simbología del sistema está de acuerdo con los estándares de símbolos usados en control y electro neumática.

### 3.5.1 Diseño del tablero de control

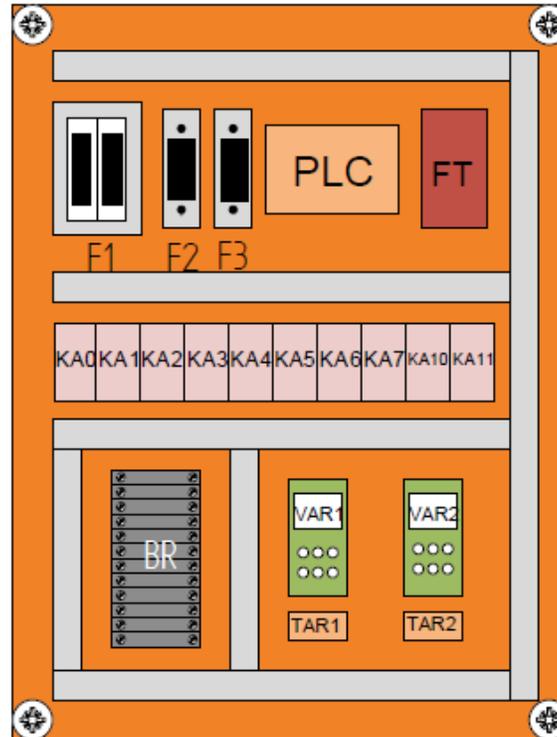
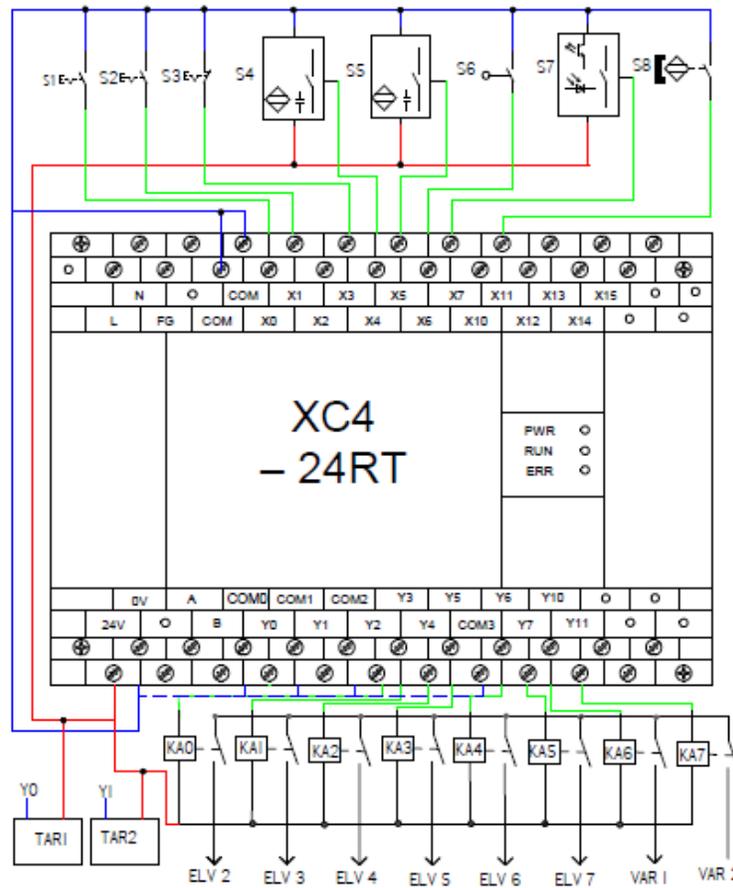


Fig 3.39 Diseño del tablero de control

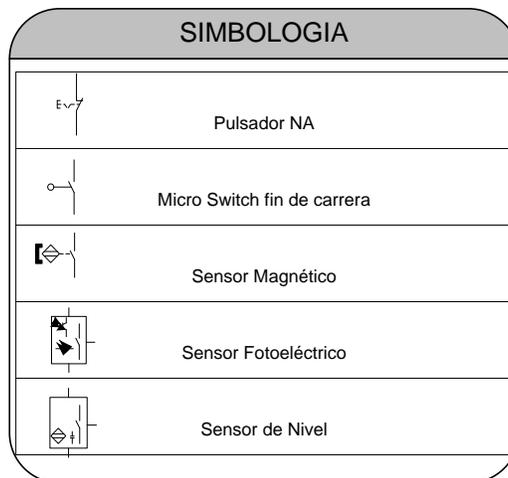
DESCRIPCION DEL TABLERO DE CONTROL		DESCRIPCION DE RELES	
F1	FUSIBLES DE 10A PARA MOTORES	KA0	AUXILIAR
F2	FUSIBLE 6A PARA EQUIPOS DEL TABLERO	KA1	AUXILIAR
F3	FUSIBLE 2A PARA RELES	KA2	ELV. DE INGRESO DE AGUA AL TANQUE
PLC	CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE	KA3	CONTROL DE LAMPARA ON/OFF
FT	FUENTE A 110VAC/24 VDC	KA4	ELV. 3 VIAS
BR	BORNERAS DE CONEXION	KA5	ELV. PISTON INYECTOR BOTELLA
VAR1	VARIADOR MOTOR MEZCLA	KA6	ELV. PISTON ACTUADOR EN CILINDRO
VAR2	VARIADOR MOTOR BANDA	KA7	ELV. AGUJA ANTIGOTEADO
TAR1	FILTRO VAR1	KA10	ACTICA MOTOR DE MEZCLA
TAR2	FITRO VAR2	KA11	ACTIVA MOTOR DE LA BANDA

Tabla 3.23 Partes del tablero de control

### 3.5.2 Diagrama de conexiones de las entradas y salidas del PLC



**Fig 3.40** Diagrama de conexiones de las entradas y salidas del PLC



**Fig 3.41** Simbología de entradas del PLC

### 3.5.3 Descripción las entradas y salidas del PLC

ENTRADAS	DESCRIPCION	SALIDAS	DESCRIPCION
<b>X1</b>	ON Modo manual(pedal)	<b>Y0</b>	Tarjeta Motor de banda transportador
<b>X2</b>	ON Sistema general	<b>Y1</b>	Tarjeta Motor de Mezcla
<b>X3</b>	OFF Paro de emergencia	<b>Y2</b>	Elv. Ingreso de agua al tanque
<b>X4</b>	Sensor nivel agua Bajo	<b>Y3</b>	Auxiliar de Lámparas
<b>X5</b>	Sensor nivel agua Alto	<b>Y4</b>	Elv. 3 Vías
<b>X6</b>	Microswitch fin de carrera	<b>Y5</b>	Elv. Pistón inyector de botella
<b>X7</b>	Sensor fotoeléctrico	<b>Y6</b>	Elv. Pistón actuador en cilindro
<b>X8</b>	Sensor magnético	<b>Y7</b>	Elv. Anti goteo
		<b>Y10</b>	ON Motor de mezcla
		<b>Y11</b>	ON Motor de banda transportadora

**Tabla 3.24** Descripción las entradas y salidas del PLC

### 3.5.4 Diagrama de fuerza de las salidas del Plc

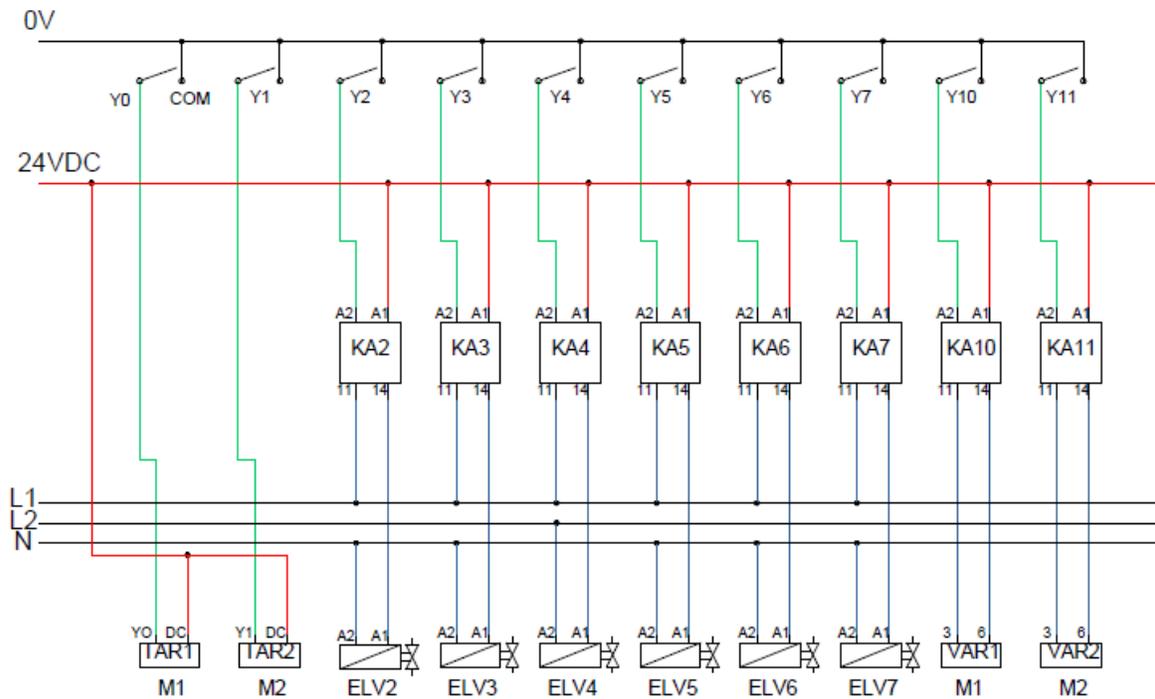
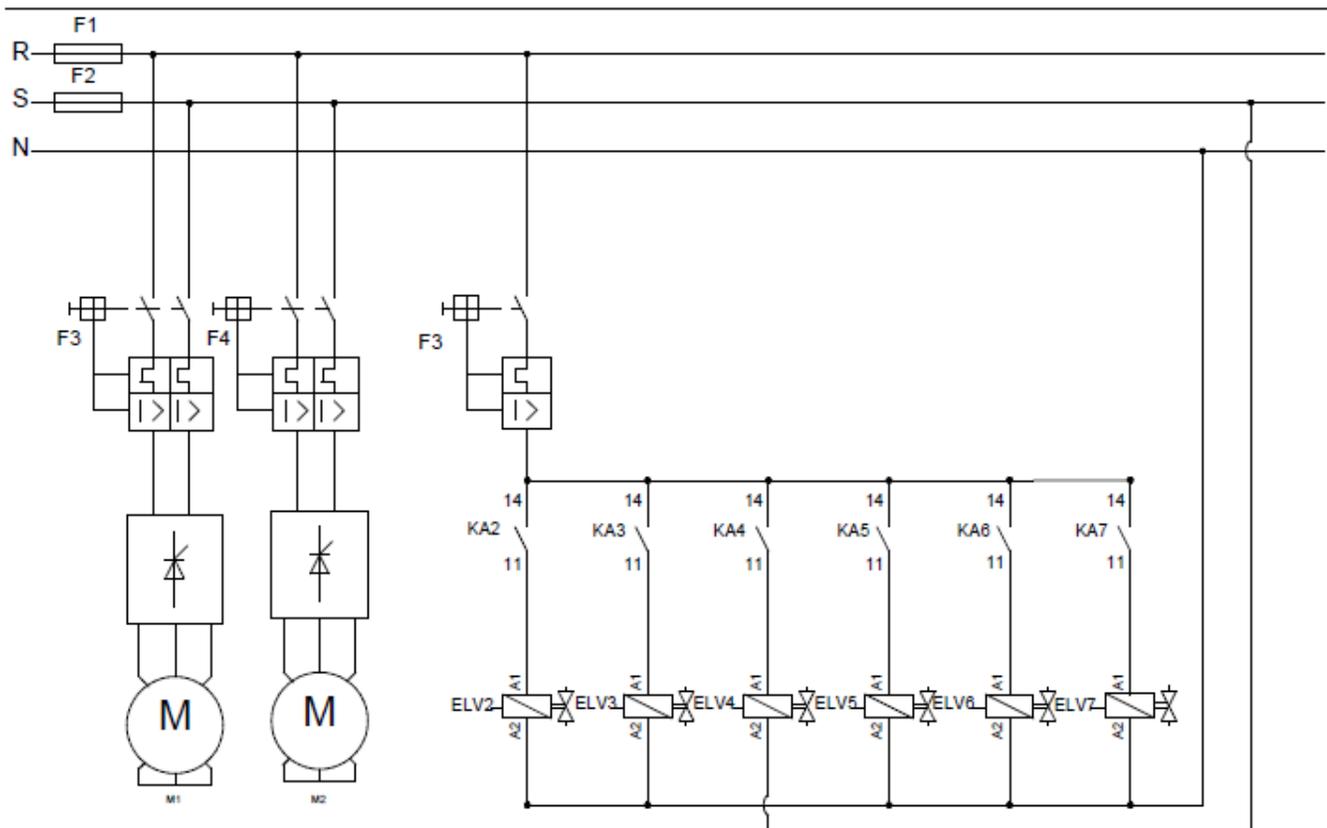


Fig 3.42 Diagrama de fuerza de las salidas del Plc

ESPECIFICACION DE NOMENCLATURA	
<b>TAR 1</b>	Filtro pasa bajo motor 1
<b>TAR 2</b>	Filtro pasa bajo motor 2
<b>VAR 1</b>	Variador motor 1
<b>VAR 2</b>	Variador motor 2

Tabla 3.25 Nomenclatura del diagrama de fuerza de las salidas del PLC

### 3.5.5 Diagrama de fuerza de la máquina



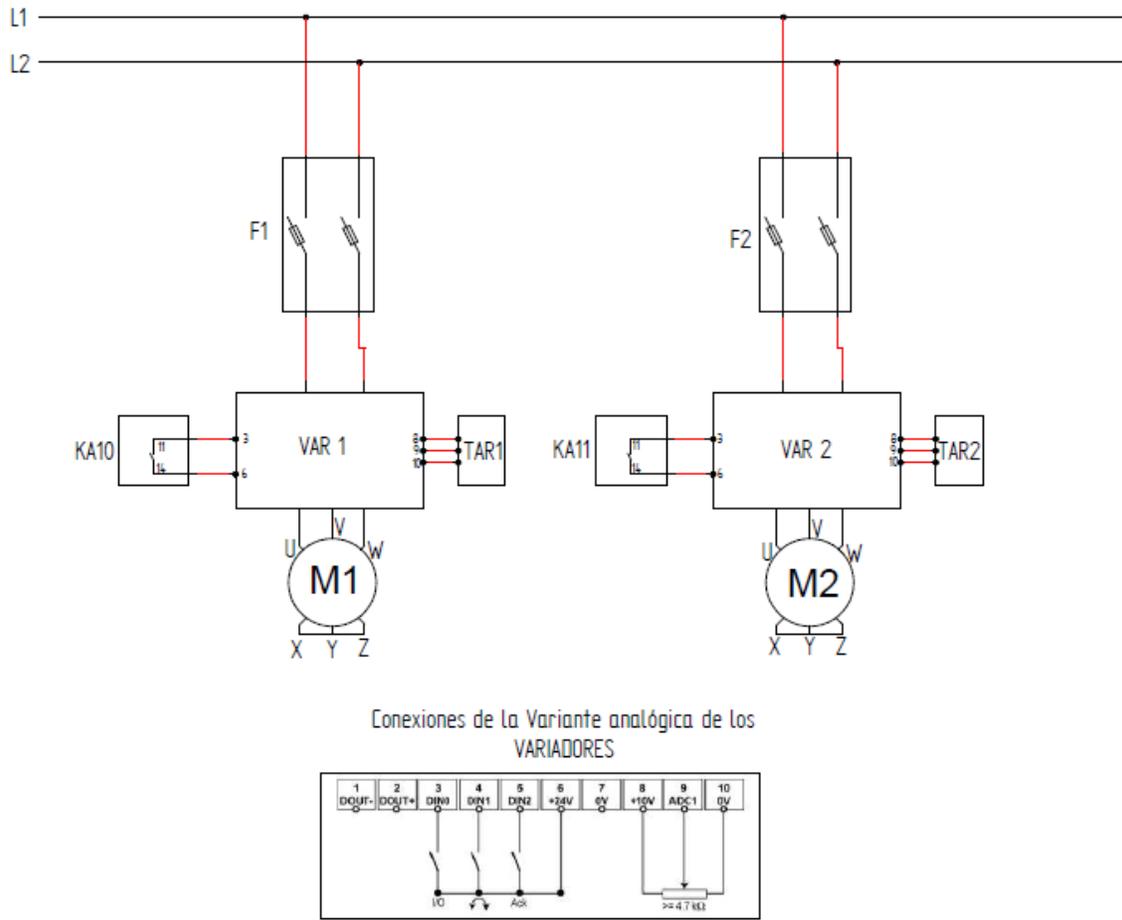
**Fig 3.43** Diagrama de fuerza de la máquina

### 3.5.6 Descripción de las electroválvulas

ELECTROVALVULAS	DESCRIPCION
ELV 2	Elv. Ingreso de agua al tanque
ELV 3	Auxiliar para Lámparas
ELV 4	Elv. 3 Vías
ELV 5	Elv. Pistón inyector de botella
ELV 6	Elv. Pistón actuador en cilindro
ELV 7	Elv. Anti goteo
ELV 8	ON Motor de mezcla
ELV 9	ON Motor de banda transportadora

**Tabla 3.26** Descripción de las electroválvulas

### 3.5.7 Diagrama de fuerza de los variadores y motores



**Fig 3.44** Diagrama de fuerza de los variadores y motores

Borne	Significado	Funciones	
1	DOUT-	Salida digital (-)	
2	DOUT+	Salida digital (+)	
3	DIN0	Entrada digital 0	
4	DIN1	Entrada digital 1	
5	DIN2	Entrada digital 2	
6	-	Salida +24 V / máx. 50 mA	
7	-	Salida 0 V	
	Variante	<b>Analógica</b>	<b>USS</b>
8	-	Salida +10 V	RS485 P+
9	ADC1	Entrada analógica	RS485 N-
10	-	Salida 0 V	

**Fig 3.32** Descripción de los bornes de los variadores

### 3.5.8 Filtro pasa bajo para variar la frecuencia del variador

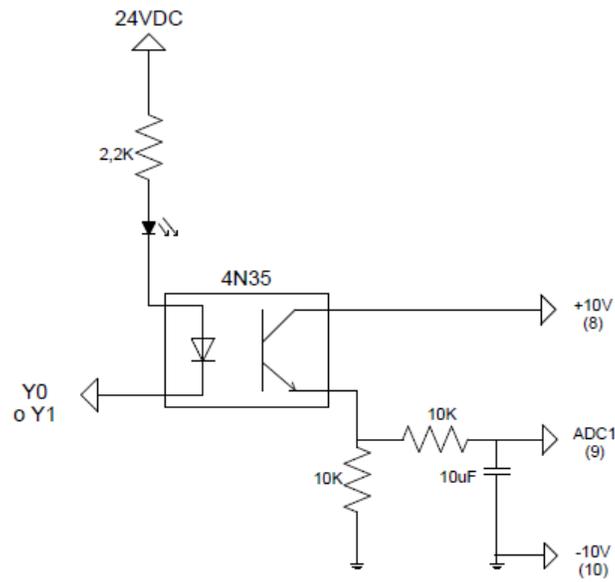


Fig 3.45 Filtro pasa bajo para variador de velocidad

### 3.5.9 Diagrama de protecciones de la máquina

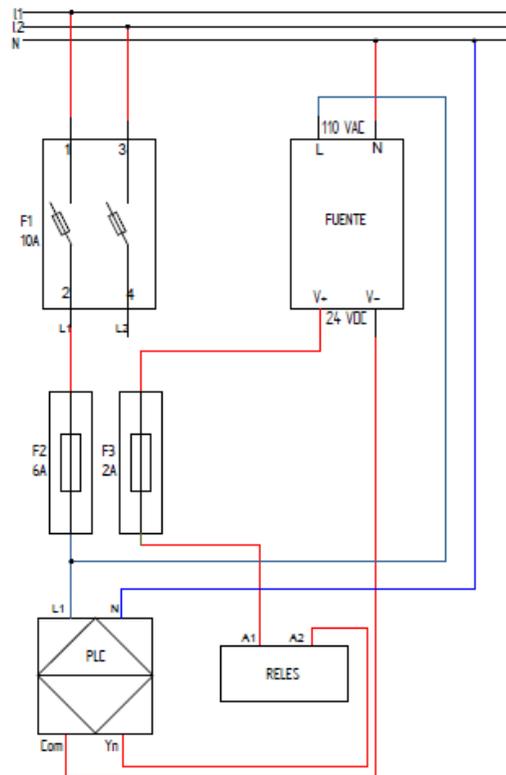


Fig 3.46 Diagrama de protecciones de la máquina

### 3.5.10 Diagrama neumático máquina

El diseño neumático está basado en máquinas de mezclado y envasado en las que intervienen el compresor como fuente de aire, los pistones y las electroválvulas quienes al fusionarse cumplen la función que la máquina requiere para poder elaborar los productos.

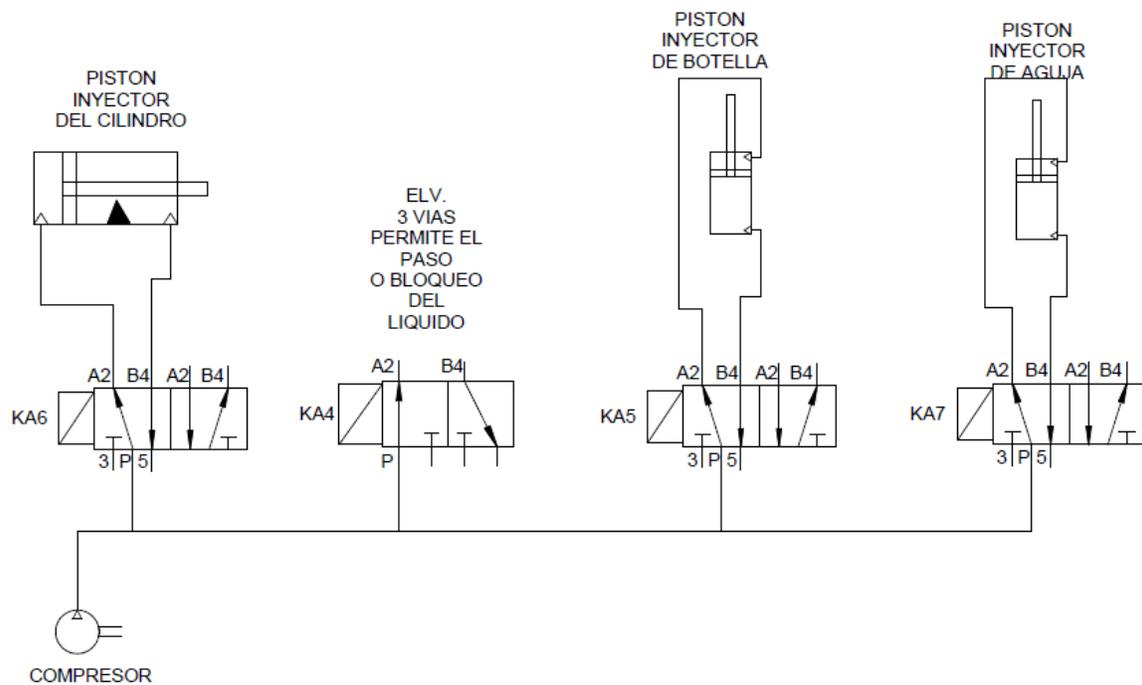


Fig 3.47 Diagrama neumático máquina

### 3.6 Diseño del software del Hmi y del Plc

Los diseños de configuración y programación tanto en el Hmi como en el Plc deben funcionar conjuntamente ya que el Hmi envía señales al Plc y este las ejecuta de acuerdo al diseño del programa ladder interno del mismo para cumplir con la automatización requerida en la máquina.

#### 3.6.1 Diseño de configuración en el software del Hmi

Cada parámetro de selección desplegado en la pantalla del Hmi tiene una memoria interna que actúa como un relé que se lo puede configurar en el Hmi ya sea para un enclavamiento permanente o temporal y actúa directamente sobre el Plc como un relé externo, también existe la opción de configurar el Hmi para que la selección actúe solo para cambiar de pagina en lugar de actuar como relé pero jamás las dos cosas al mismo tiempo.

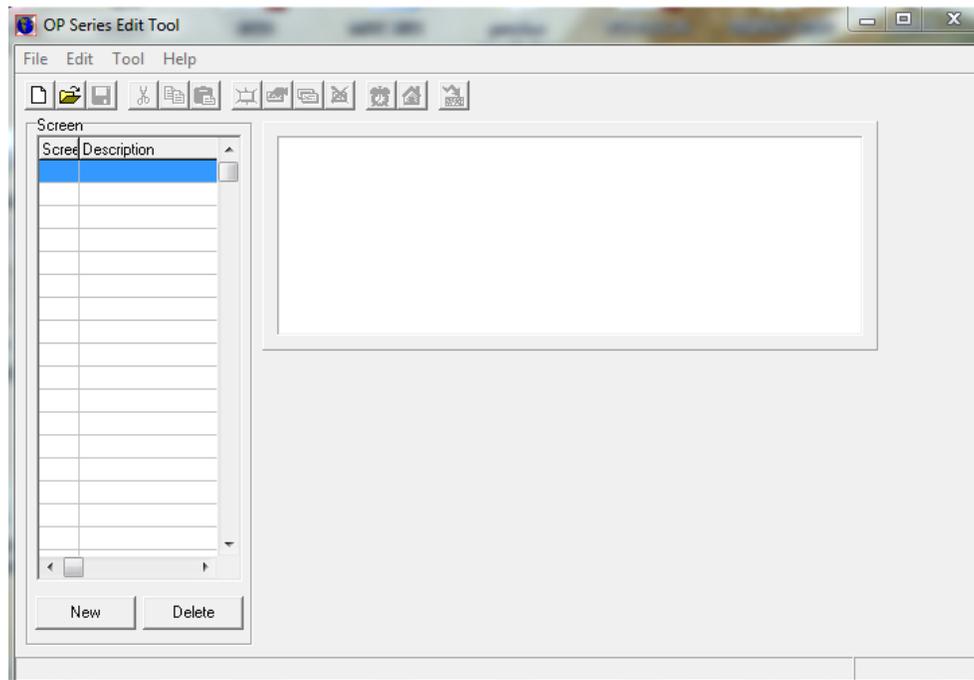
#### 3.6.2 Procedimiento para la configuración del Hmi

1. Seleccionar el icono para programar el Hmi



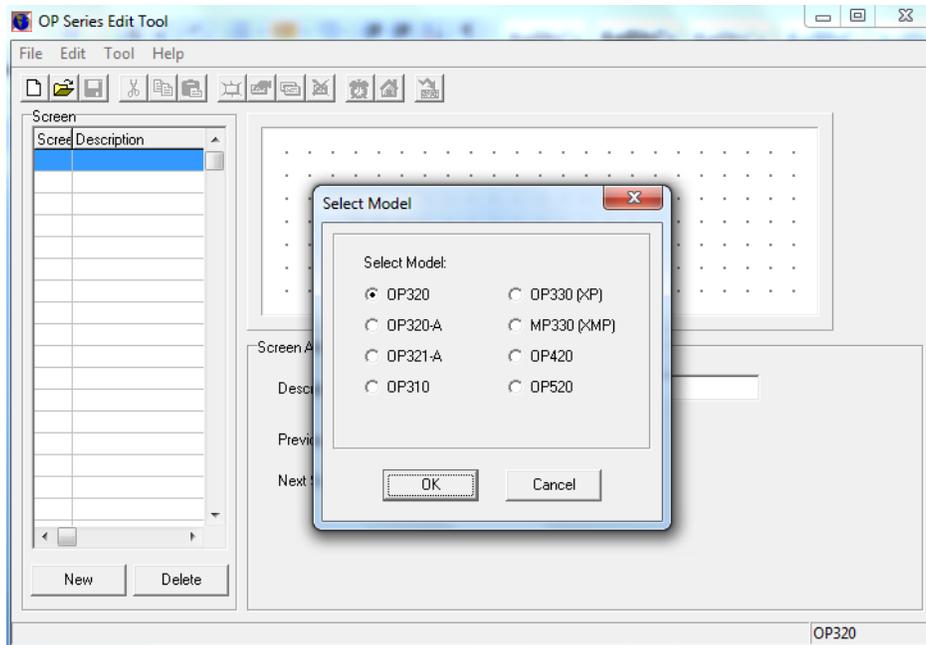
**Fig 3.48** Icono de ingreso al Hmi

## 2. Ingreso al software de programación del Hmi



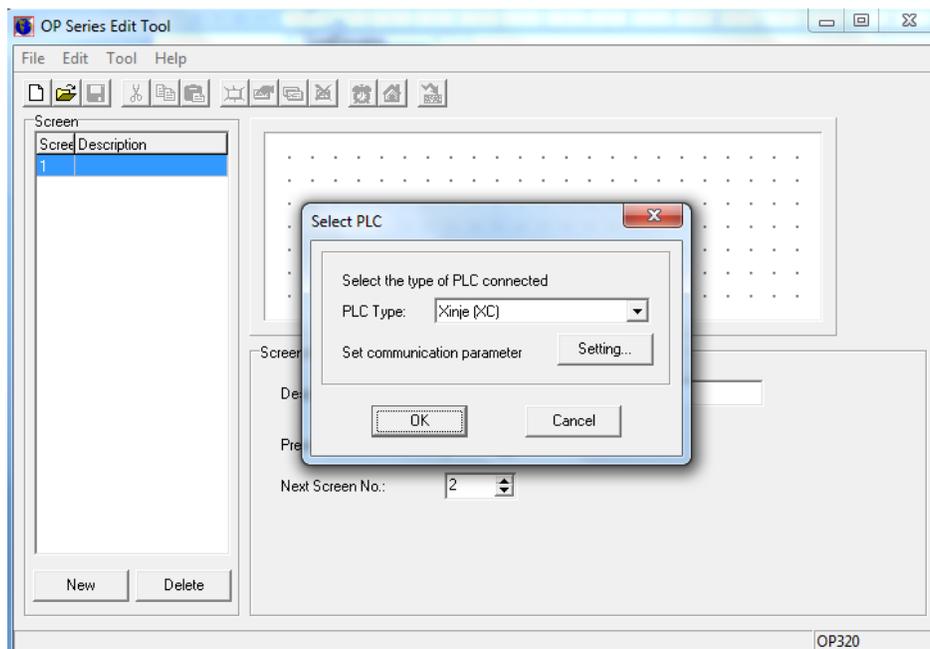
**Fig 3.49** Software de programación del Hmi

3. Se selecciona proyecto nuevo y aparece las versiones del Hmi disponibles a programar y como el Hmi usado es versión OP320 se activa el icono correspondiente.



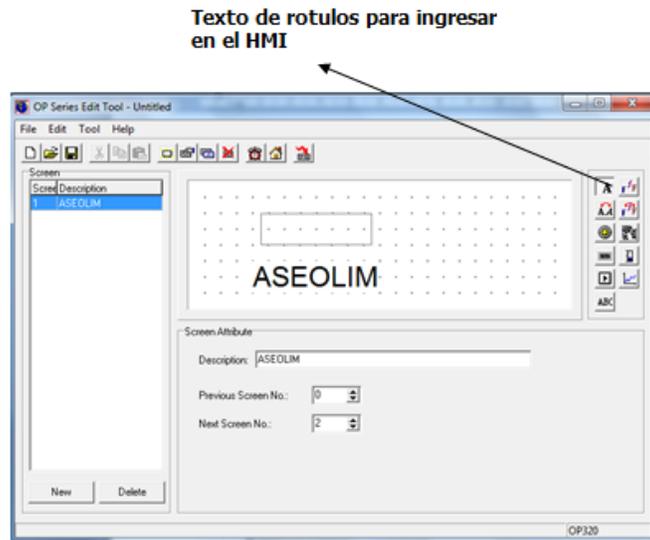
**Fig 3.50** Selección del modelo del HMI a usar

4. Luego se selecciona el modelo del Plc con el cual el Hmi va a ser compatible para la automatización en este caso es modelo Xinje XC entonces se selecciona el parámetro correspondiente.



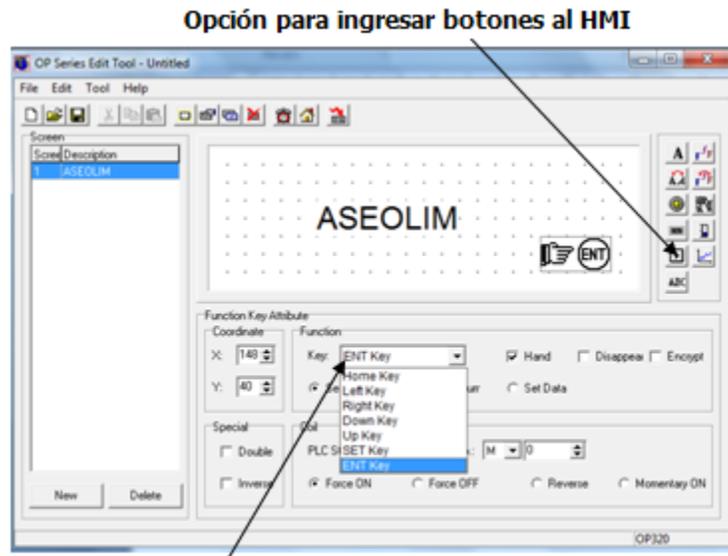
**Fig 3.51** Selección del modelo del PLC con el que es compatible el HMI

5. Se ingresa los rótulos de referencia que se requiere para que la pantalla oriente al operario que es lo que debe hacer, en este caso solamente se ingresa el nombre de la microempresa ASEOLIM.



**Fig 3.52** Configuración de rótulos del Hmi

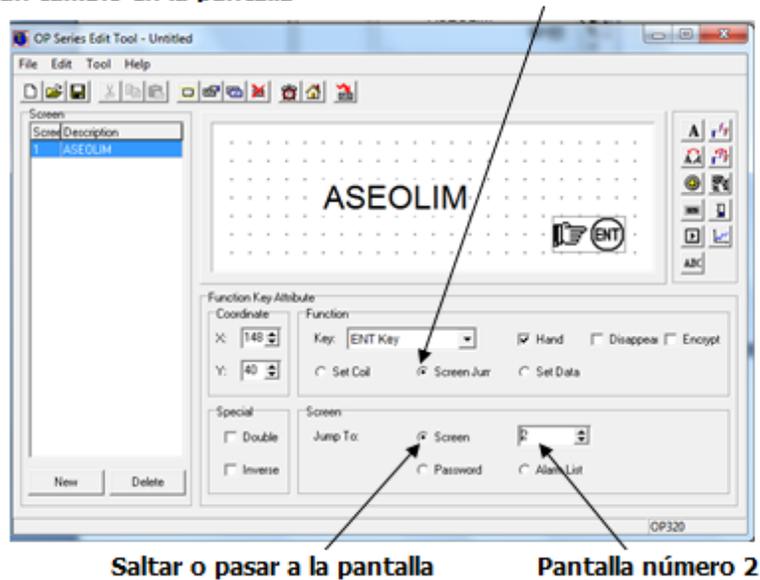
6. Para facilidad del operario se debe elegir botones de diferente forma para facilitar la selección en la programación de la máquina, en este caso se elige el botón ENT.



**Fig 3.53** Selección de botones que operan en el Hmi

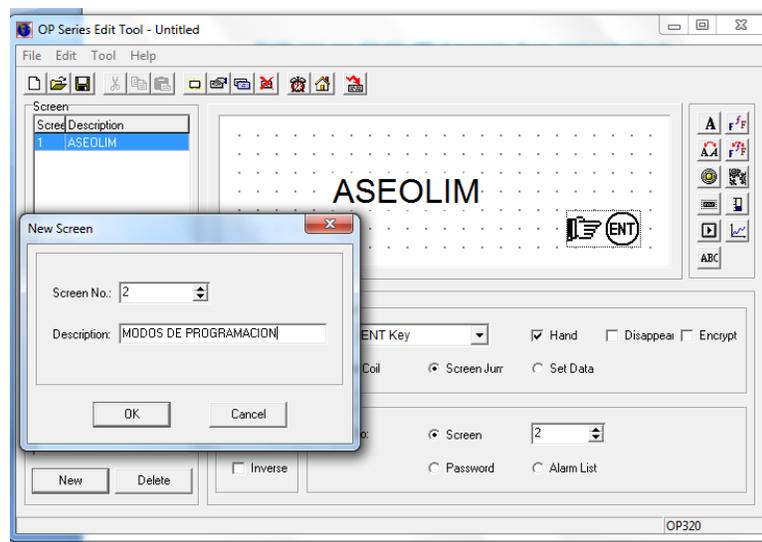
7. Una vez elegido la forma del botón en este caso ENT ahora se lo direcciona ya sea para activar una bobina de un relé, para pasar a otra pantalla de programación o para configurar datos en el botón, en este caso se lo configura para pasar de la pantalla de programación 1 a la pantalla de programación 2.

Opción para que el botón ENT al momento de ser presionado ejecute un cambio en la pantalla



**Fig 3.54** Configuración de salto de pagina del HMI

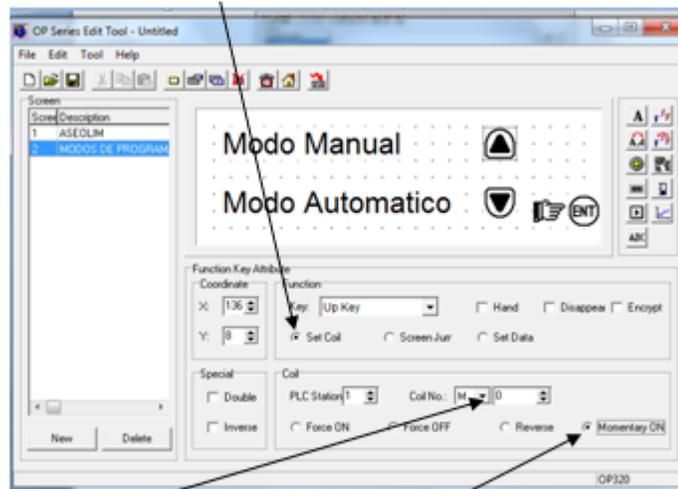
8. A continuación se elije una nueva pantalla y se le asigna un nombre



**Fig 3.55** Creación de nuevas páginas del HMI

9. Se configura la función de los botones con el objetivo de comandar por medio de estos la automatización del Plc por medio del programa ladder, y de esta forma cumplir con las condiciones de la máquina.

**El botón modo manual al ser presionado va a enclavar una bobina de un relé**

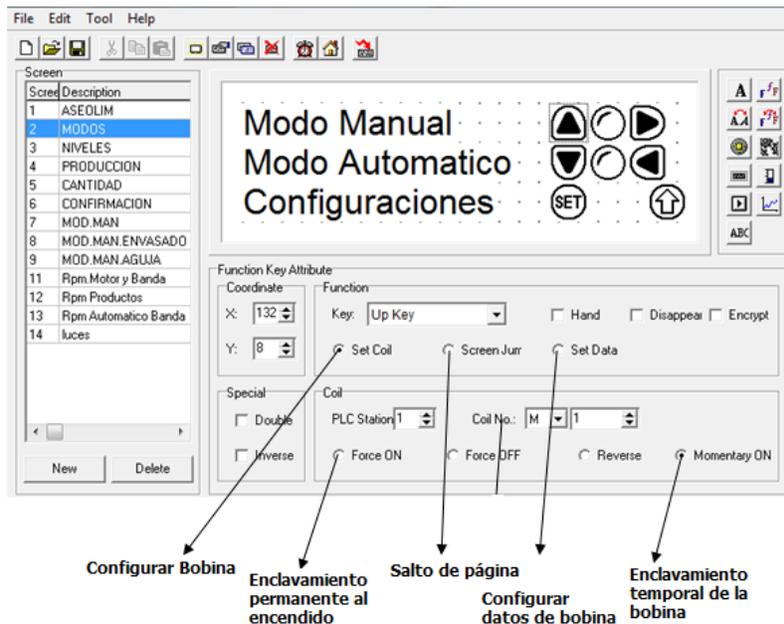


**Memoria interna del Plc al que va direccionado el botón modo manual**

**La bobina enclavada por el botón modo manual va a ser momentanea es decir mientras se mantenga pulsado el botón**

**Fig 3.56** Configuración de los botones del HMI

10. De la misma manera se configura todo el proceso comandado por botones para cumplir con la automatización entre Hmi y Plc.



**Fig 3.57** Resumen de funcionalidad en la configuración del Hmi

### 3.6.1.1 Diseño del la configuración del Hmi para la automatización de la máquina

Para el interfaz de usuario, se siguió las peticiones de los trabajadores que conocen el proceso de producción y para este caso se tiene el siguiente esquema.

En las figuras siguientes se aprecia la disposición de los elementos correspondientes a la configuración de la máquina:

#### Inicio de la configuración del Hmi

- Logotipo de bienvenida ASEOLIM



Fig 3.58 Logotipo e inicio de la configuración

- Modos de preparación de la receta

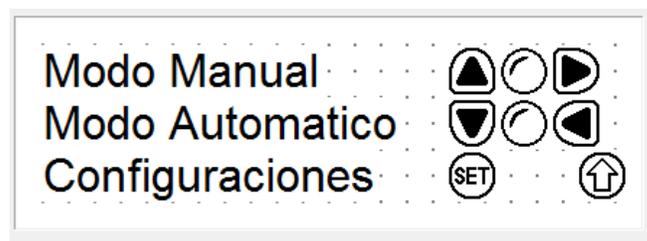


Fig 3.59 Modos de preparación de la receta manual/automatico

## Modo automático

En modo automático cada selección conlleva una cadena de procedimiento el cual mientras no se finalice la selección total de la receta a preparar, la máquina no inicia ningún proceso.

- Configuración (cantidad de agua)



Fig 3.60 Cantidad de producción alta/baja

- Receta a preparar

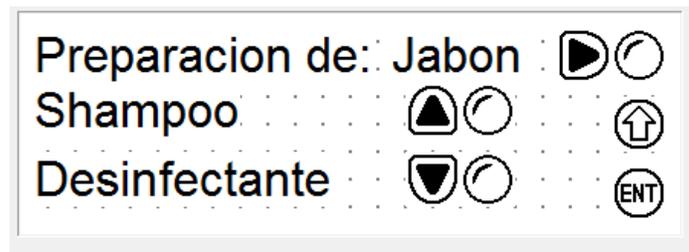


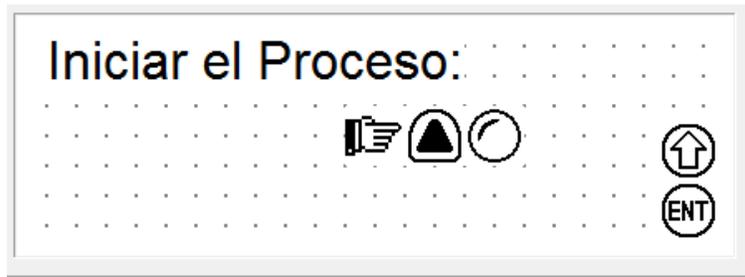
Fig 3.61 Receta a preparar shampoo/jabón/desinfectante

- Tamaño del envase a llenar



Fig 3.62 Selección del envase a llenar

- Confirmación de inicio

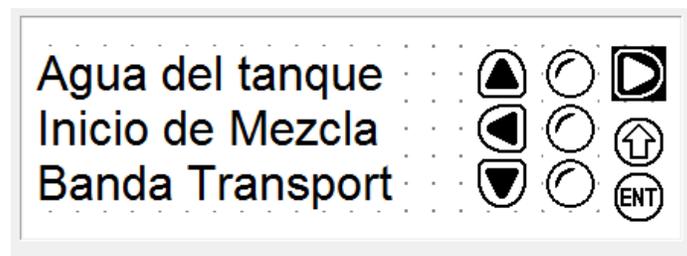


**Fig 3.63** Selección de confirmación de inicio del proceso automático

### Modo manual

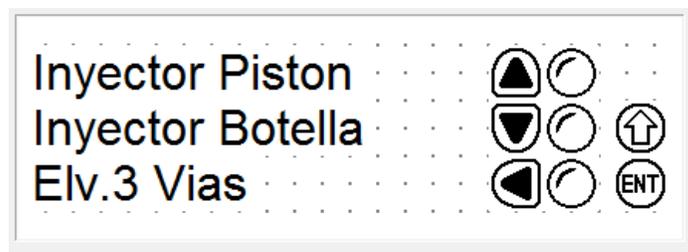
En modo manual cualquier selección es independiente es decir que los botones actúan como pulsadores, por ende mientras se lo mantiene presionado se activa la salida del plc de lo contrario se desactiva.

- Parámetros independientes - modo manual para agua del tanque, M1 y M2



**Fig 3.64** Selección independiente en modo manual para agua del tanque, M1, M2.

Selección independiente en modo manual para elv. 3vías e inyectores



**Fig 3.65** Selección independiente en modo manual para elv. 3vías e inyectores

- Selección independiente en modo manual para aguja anti goteo y rpm



**Fig 3.66** Selección independiente en modo manual para aguja anti goteo y rpm

- Configuraciones de velocidad

Las revoluciones por minuto (rpm) se las puede cambiar tanto en la velocidad de la banda transportadora como en la velocidad de mezclado ya sea para jabón, shampoo, desinfectante.

- Selección independiente de rpm en la banda y mezclador



**Fig 3.67** Selección independiente de rpm en la banda y mezclador

- Selección independiente de rpm para jabón shampoo y desinfectante



**Fig 3.68** Selección independiente de rpm para jabón shampoo y desinfectante

- Selección independiente de rpm la banda transportadora



**Fig 3.69** Selección independiente de rpm la banda transportadora

- Lámparas indicadoras del estado del proceso

Las lámparas indicadoras simplemente permiten visualizar al usuario en que estado del proceso se encuentra la máquina con respecto a las salidas del Plc.



**Fig 3.70** Lámparas indicadoras del proceso en curso

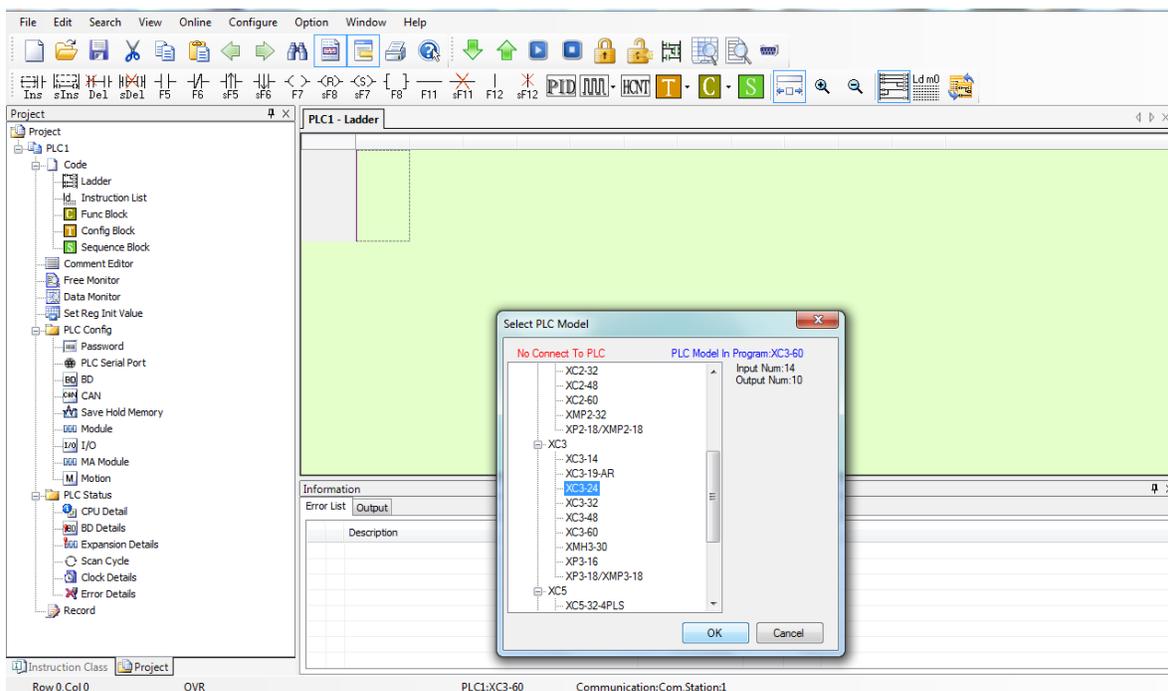
### 3.6.2 Diseño de programación en el software del Plc

1. Seleccionar el icono para programar el Plc



**Fig 3.71** Icono del software del Plc

2. Ingresar al software de programación del Plc y seleccionar la versión del Plc a programar



**Fig 3.72** Software de programación del PLC – elección del modelo del PLC



### 3.6.3 Descripción de entradas y salidas internas y externas del Hmi y Plc

DESCRIPCIÓN DE LAS ENTRADAS DEL PLC	
X1	ON MODO MANUAL
X2	On Máquina
X3	EMERGENCY
X4	ENTRADA SENSOR BAJO
X5	ENTRADA SENSOR ALTO
X6	FIN DE CARRERA
X7	SENSOR DETECTOR DE BOTELLA
X10	SENSOR PISTON

**Tabla 3.74** Descripción de las entradas del Plc

DESCRIPCIÓN DE LAS SALIDAS DEL Plc	
Y0	MOTOR BANDA
Y1	MOTOR MEZCLA
Y2	ELV DE LLENADO DEL TANQUE DE MEZCLA
Y4	ELECTROVALVULA DE 3 VIAS
Y5	ELV. ACTIVA INYECTOR BOTELLA
Y6	ELV. PISTON INYECTOR
Y7	ELV. AGUJA
Y10	INICIO DE MEZCLADO
Y11	MOTOR BANDA TRANSPORTADORA

**Fig 3.75** Descripción de las salidas del Plc

### 3.6.4 Descripción de los temporizadores internos del Plc

DESCRIPCION DE LOS TEMPORIZADORES INTERNOS DEL Plc	
T1	TEMPORIZADO
T2	TIEMPO PARA INICIAR EL MEZCLADO
T3	TIEMPO DE MEZCLADO
T4	DESCANSA Y10
T5	TIEMPO PREVIO ACTIVAR BANDA TRANSPORTADORA
T6	TIEMPO PREVIO PARA BAJAR INYECTOR BOTELLA
T7	TIEMPO PREVIO A ACCIONAR PISTON INYECTOR
T8	TIEMPO DE CARGA DEL CILINDRO
T9	REPETICION DEL PROCESO
T10	TIEMPO PARA ACCIONAR LA BANDA
T11	TIEMPO PREVIO PARA INICIAR CARGA DEL PISTON
T12	TIEMPO DE CARGA DEL PISTON

Fig 3.76 Descripción de los temporizadores internos del plc

### 3.6.5 Descripción de los contadores internos del Plc

CONTADORES UP INTERNOS DEL Plc	
C1	CONTADOR Y0 2 CICLOS Y STOP
C2	500 ML
C3	1 L
C4	1G

Fig 3.77 Contadores up internos del plc

### 3.6.6 Descripción de los registros de memoria del Plc y Hmi

REGISTROS DE MEMORIA PARA LOS VALORES DE VELOCIDAD	
D20	Registro de memoria del Plc para la velocidad de la banda transportadora
D40	Registro de memoria del Plc para la velocidad del mezclador

**Fig 3.78** Registros de memoria para los valores de velocidad

### 3.6.7 Descripción de los registros de memoria variables del Hmi

REGISTROS DE MEMORIA VARIABLES EN Hmi	
FD12	Registro de memoria variable de velocidad de la banda transportadora desde Hmi para guardar datos en D20 del Plc.
FD20	Registro de memoria variable de velocidad del jabón líquido desde Hmi para guardar datos en D40 del Plc.
FD30	Registro de memoria variable de velocidad de mezcla del desde Hmi para guardar datos en D40 del Plc.
FD40	Registro de memoria variable de velocidad de mezcla del Desinfectante desde Hmi para guardar datos en D40 del Plc.
FD60	Registro de memoria variable de velocidad de mezcla en general modo manual desde Hmi para guardar datos en D40 del Plc.

**Fig 3.79** Registros de memoria variables en Hmi

### 3.6.8 Descripción de las memorias internas del Plc y Hmi

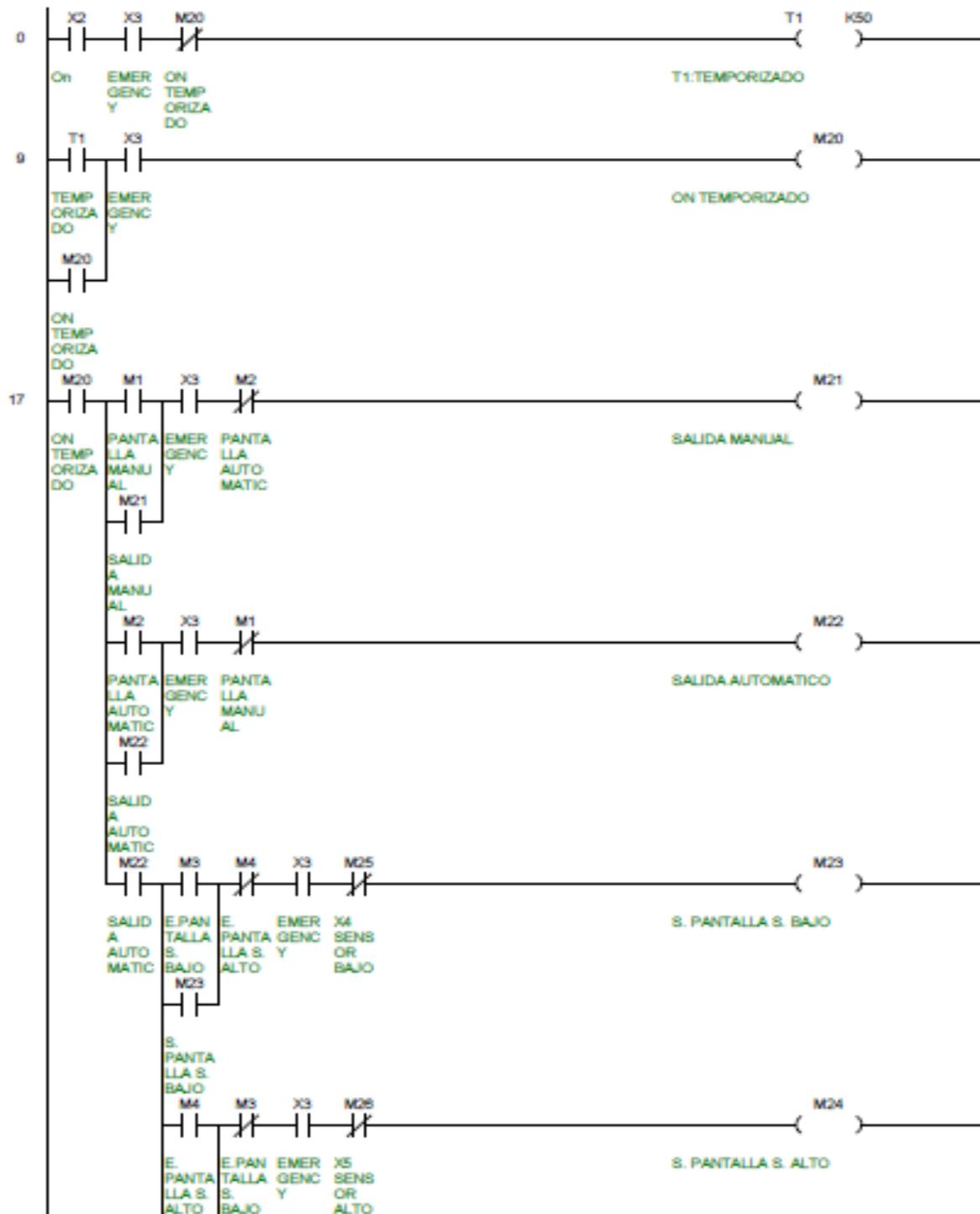
DESCRIPCION DE MEMORIAS INTERNAS DEL Plc Y Hmi	
M1	PANTALLA MANUAL
M2	PANTALLA AUTOMATICO
M3	E.PANTALLA S. BAJO
M4	E. PANTALLA S. ALTO
M5	AUX. T5 PREVIO ACTIVAR BANDA TRANSPORADORA
M6	AUX. X7 SENSOR DETECTOR DE BOTELLA
M7	AUX.T6 TIEMPO PREVIO A BAJAR INYECTOR BOTELLA
M8	AUX. T7 TIEMPO PREVIO A ACCIONAR PISTON INYECTOR
M9	M9 Aux. M53 CUENTA COMPLETA
M10	AUX. M53 CUENTA COMPLETA
M11	AUX.T9
M12	APAGA MOTORES
M13	AUX. X10 FIN DE CARRERA
M14	APAGA MOTORES DESDE PANTALLA
M20	ON TEMPORIZADO
M21	SALIDA MANUAL
M22	SALIDA AUTOMATICO
M23	S. PANTALLA S. BAJO
M24	S. PANTALLA S. ALTO
M25	X4 SENSOR BAJO
M26	X5 SENSOR ALTO
M27	COMPARACION SENSOR BAJO
M28	COMPARACION SENSOR ALTO
M29	ENCLAVADO TEMPORIZADOR
M30	DESCANSA Y10
M31	ACTIVA Y10 AL FINAL DEL DESCANSO

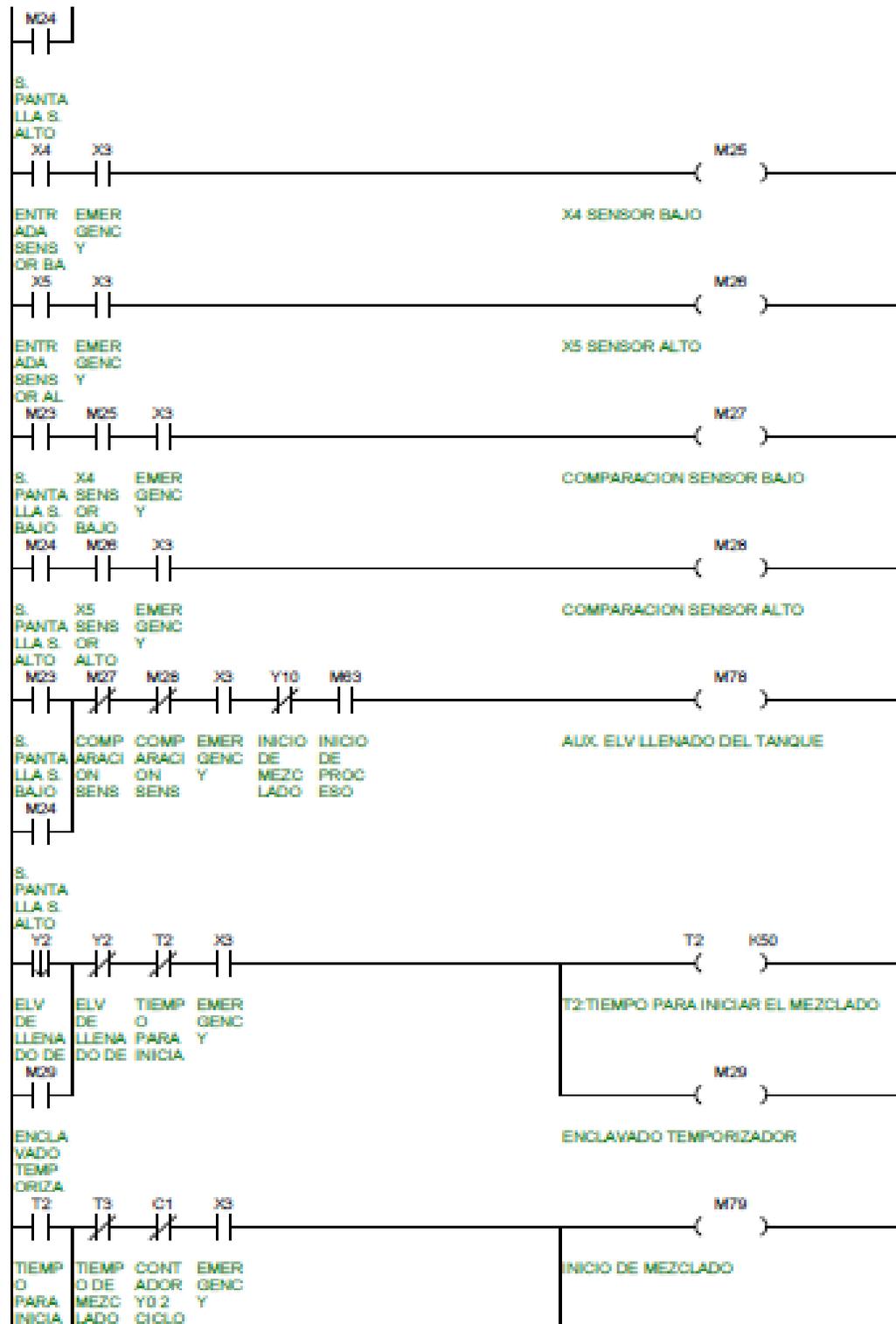
<b>M35</b>	E.PANTALLA 500ML
<b>M36</b>	S. PANTALLA 500ML
<b>M37</b>	E.PANTALLA 1L
<b>M38</b>	S.PANTALLA 1L
<b>M39</b>	E.PANTALLA 1G
<b>M40</b>	S.PANTALLA 1G
<b>M48</b>	CUENTA 1
<b>M49</b>	CUENTA 2
<b>M52</b>	CUENTA 3
<b>M53</b>	CUENTA COMPLETA
<b>M54</b>	E.PANTALLA.MOD.MAN.AGUJA
<b>M55</b>	S.PANTALLA.MOD.MAN.AGUJA
<b>M56</b>	E. PANTALLA JABON
<b>M57</b>	E. PANTALLA SHAMPOO
<b>M58</b>	E. PANTALLA DESINFECTANTE
<b>M59</b>	S. PANTALLA JABON
<b>M60</b>	S. PANTALLA SHAMPOO
<b>M61</b>	S. PANTALLA DESINFECTANTE
<b>M62</b>	CONFIRMAR
<b>M63</b>	INICIO DE PROCESO
<b>M64</b>	AUX CONFIRMACION
<b>M66</b>	E.PANTALLA.M.MAN. ELV LLENADO DE TANQUE DE MEZCLA
<b>M67</b>	S.PANTALLA.M.MAN ELV LLENADO DEL TAMQUE DE MEZCLA
<b>M68</b>	E.PANTALLA.M.MAN.ELV PISTON BOTELLA
<b>M69</b>	S.PANTALLA.M.MAN ELV INYECTOR BOTELLA
<b>M70</b>	E.PANTALLA.MOD.MAN ELV 3 VIAS
<b>M71</b>	S.PANTALLA.MOD.MAN ELV 3 VIAS
<b>M72</b>	E.PANTALLA.MOD.MAN.PISTON INYECTOR
<b>M73</b>	S.PANTALLA.MOD. MAN PISTON INYECTOR

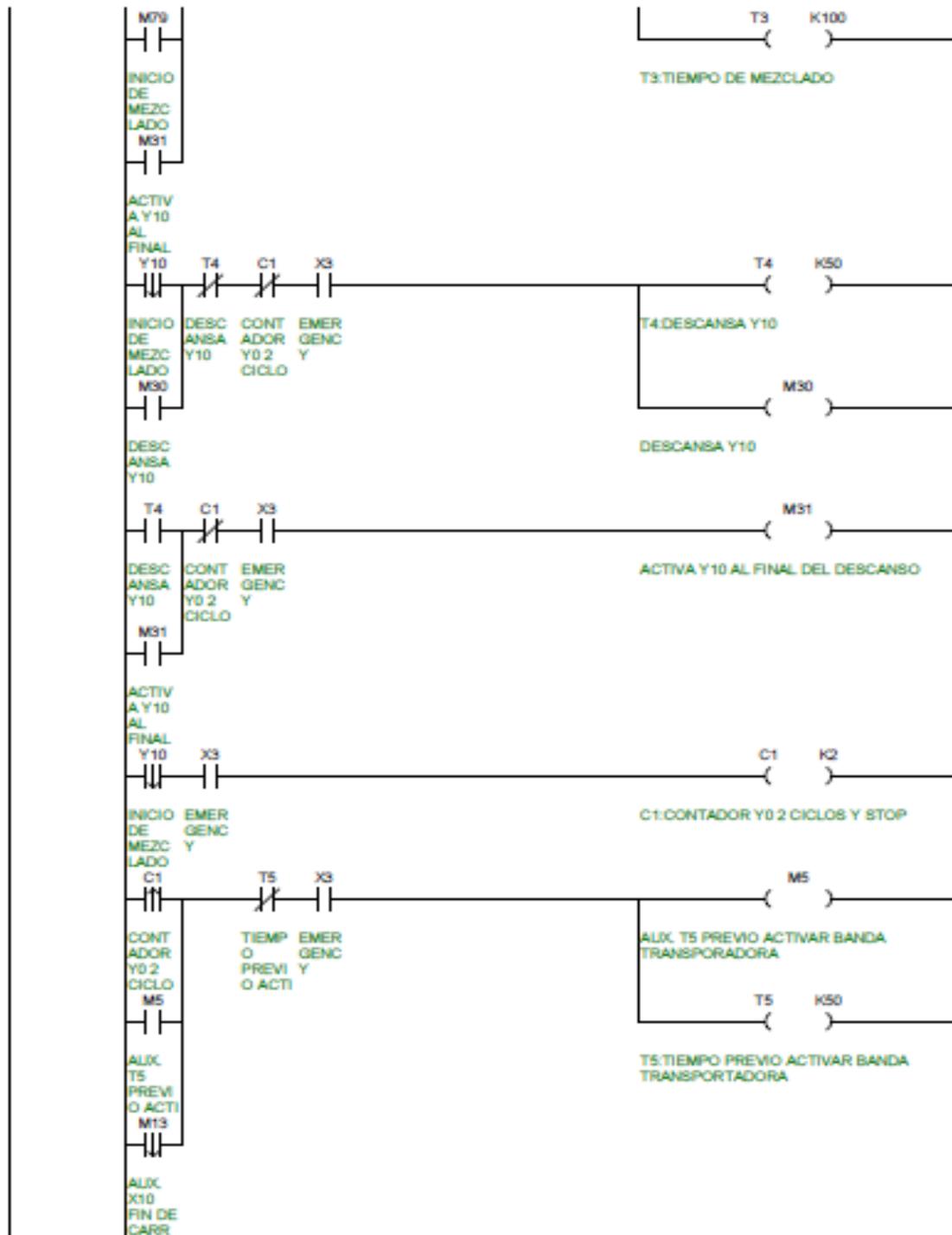
<b>M74</b>	E.PANTALLA.MOD.MAN MOTOR DE MEZCLADO
<b>M75</b>	S.PANTALLA.MOD.MAN MOTOR DE MEZCLADO
<b>M76</b>	E.PANTALLA.MOTOR BANDA TRANSPORTADORA
<b>M77</b>	S.PANTALLA.MOD.MAN MOTOR BANDA TRANSPORTADORA
<b>M78</b>	AUX. ELV LLENADO DEL TANQUE
<b>M79</b>	INICIO DE MEZCLADO
<b>M81</b>	AUX. MOTOR BANDA TRANSPORTADORA
<b>M82</b>	AUX. ELV ACTIVA INYECTOR BOTELLA
<b>M83</b>	AUX. ELV 3 VIAS
<b>M84</b>	AUX.PISTON INYECTOR
<b>M85</b>	AUX. AGUJA INYECTOR
<b>M86</b>	AUX.X1.ON ELV.3VIAS
<b>M87</b>	TIEMPO PREVIO A INICIAR CARGA DEL PISTON
<b>M88</b>	CARGA DEL PISTON
<b>M89</b>	MOD MAN.AUX. ABRE AGUJA

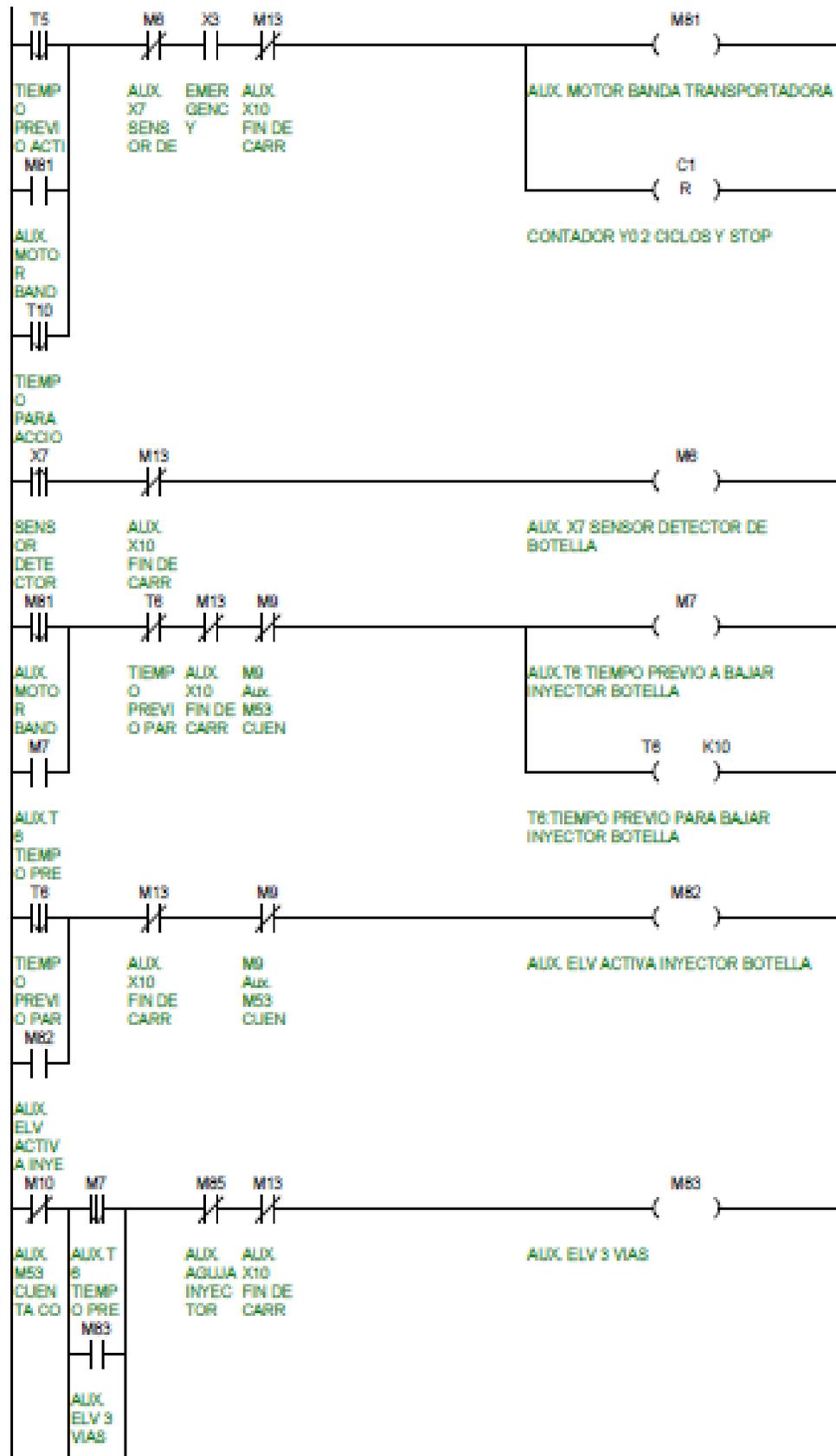
**Fig 3.80** Descripción de memorias internas del Plc y Hmi

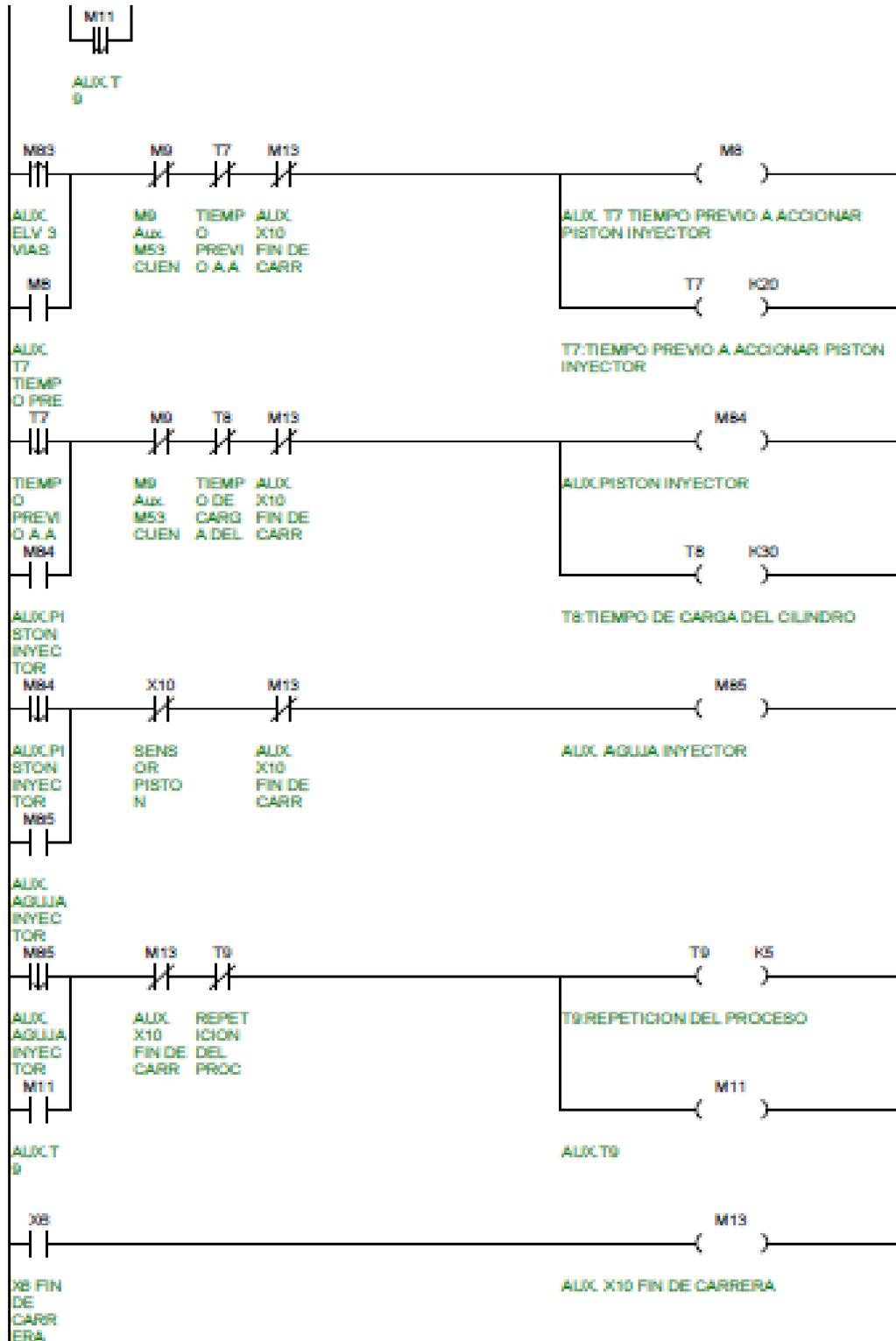
### 3.6.9 Diseño del programa ladder del Plc para la automatización de la máquina

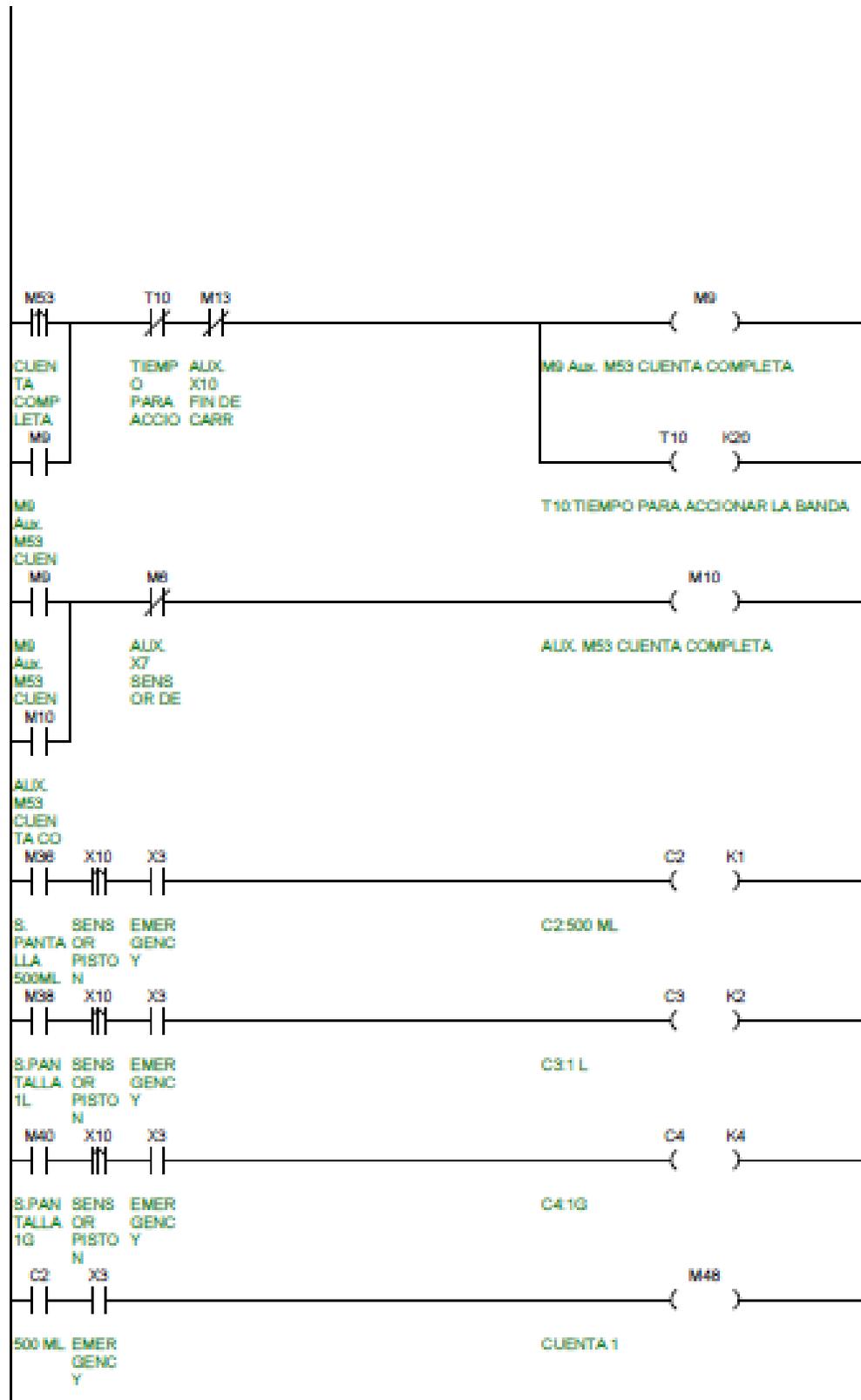


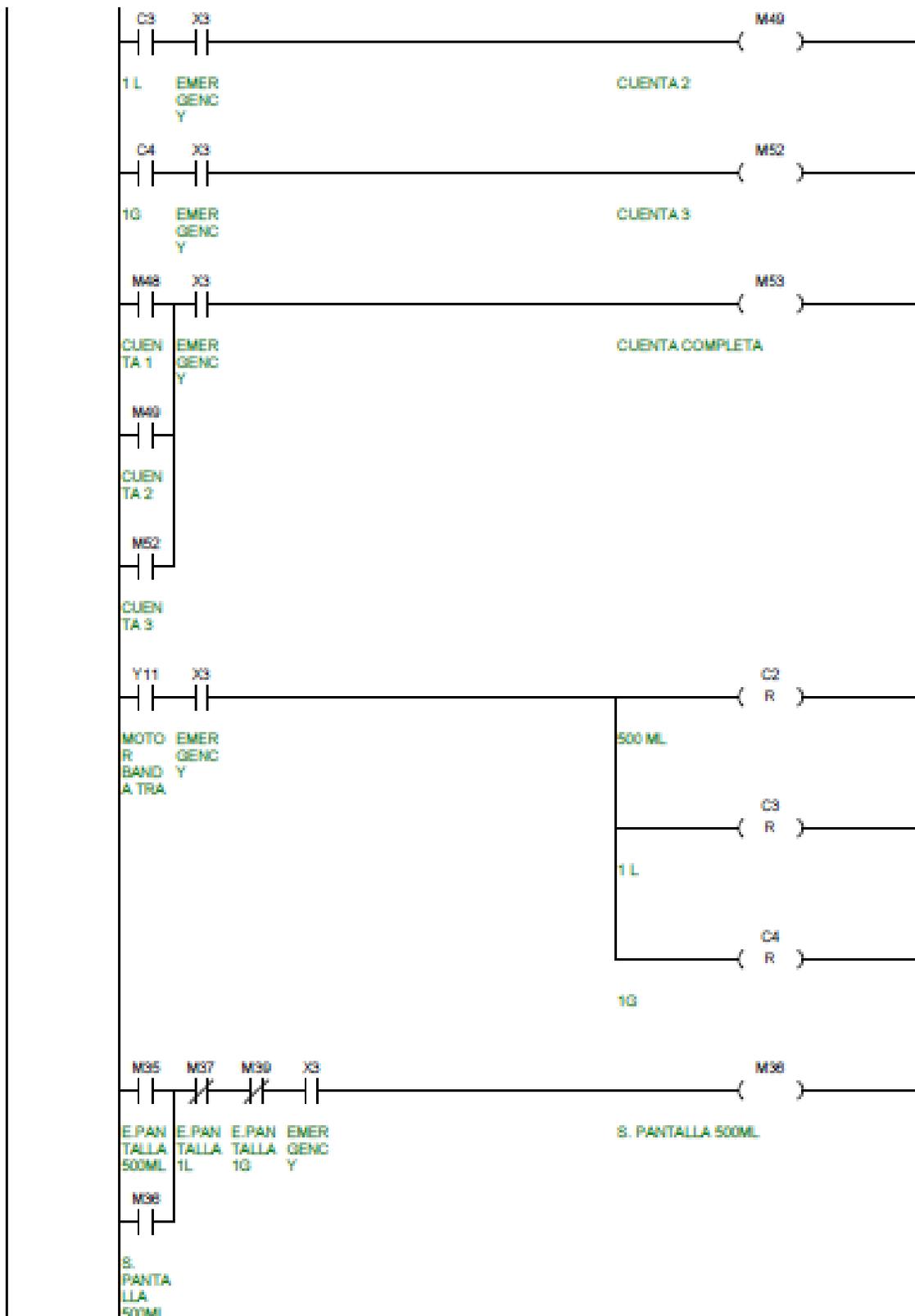


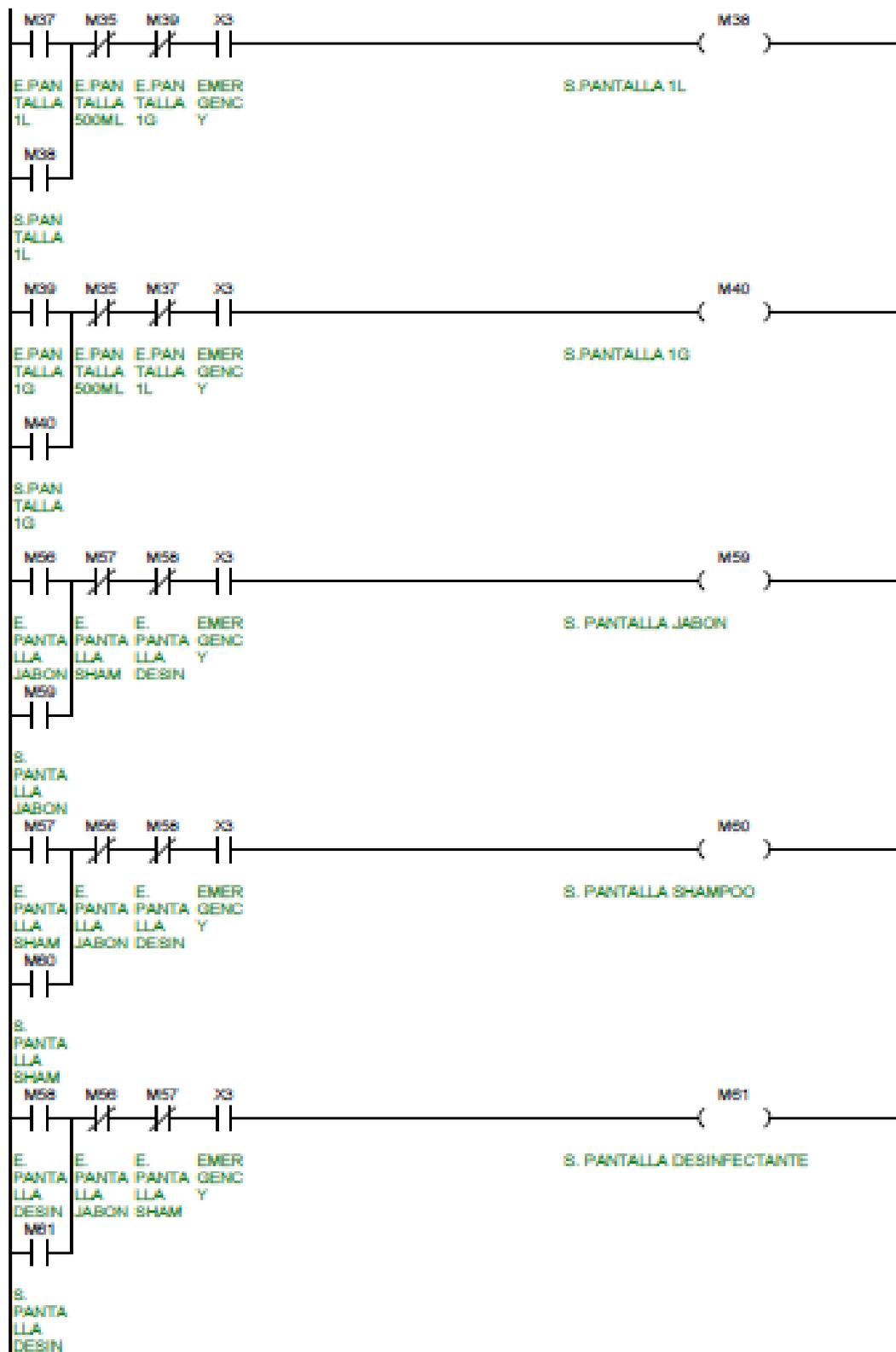


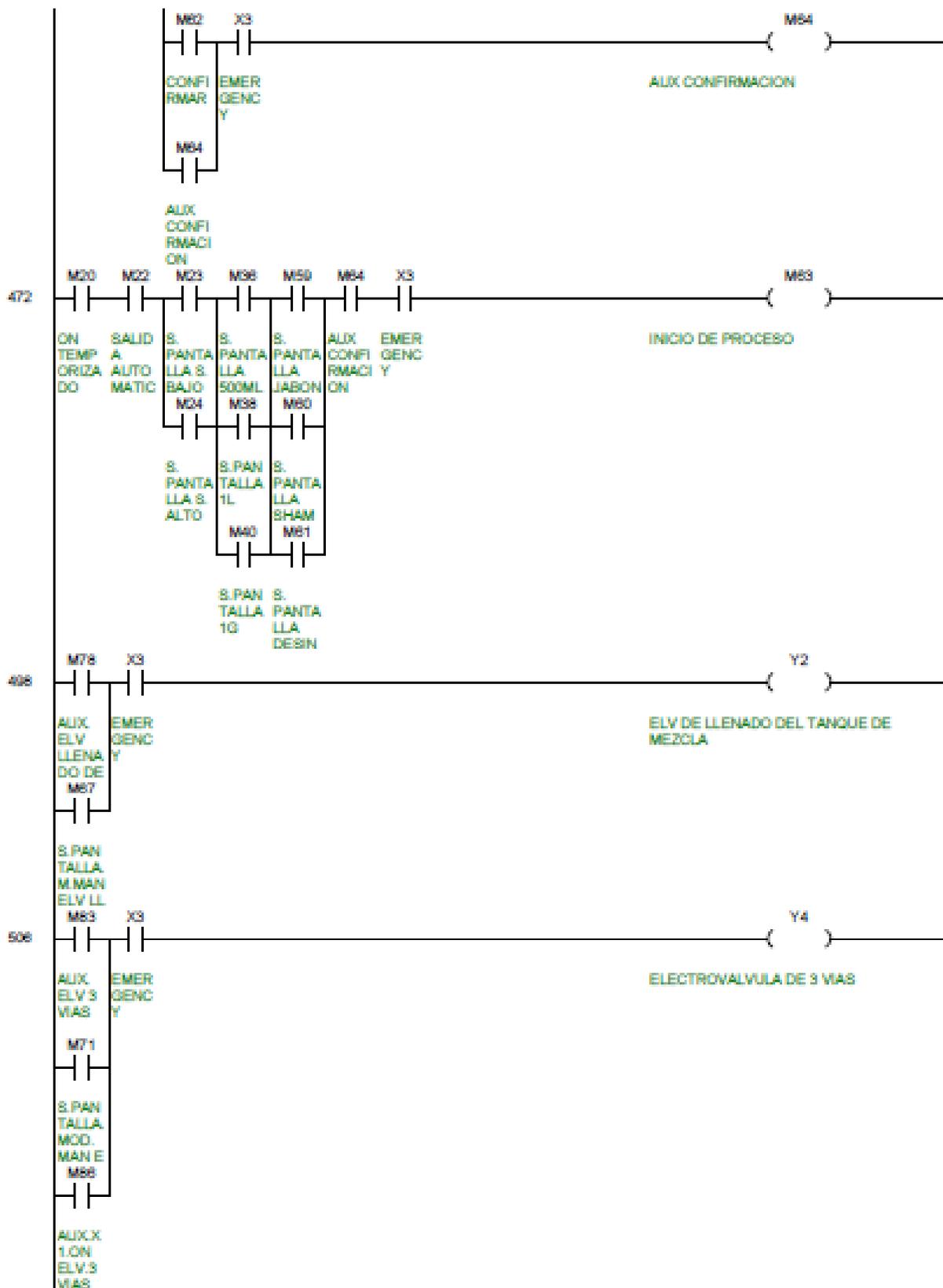


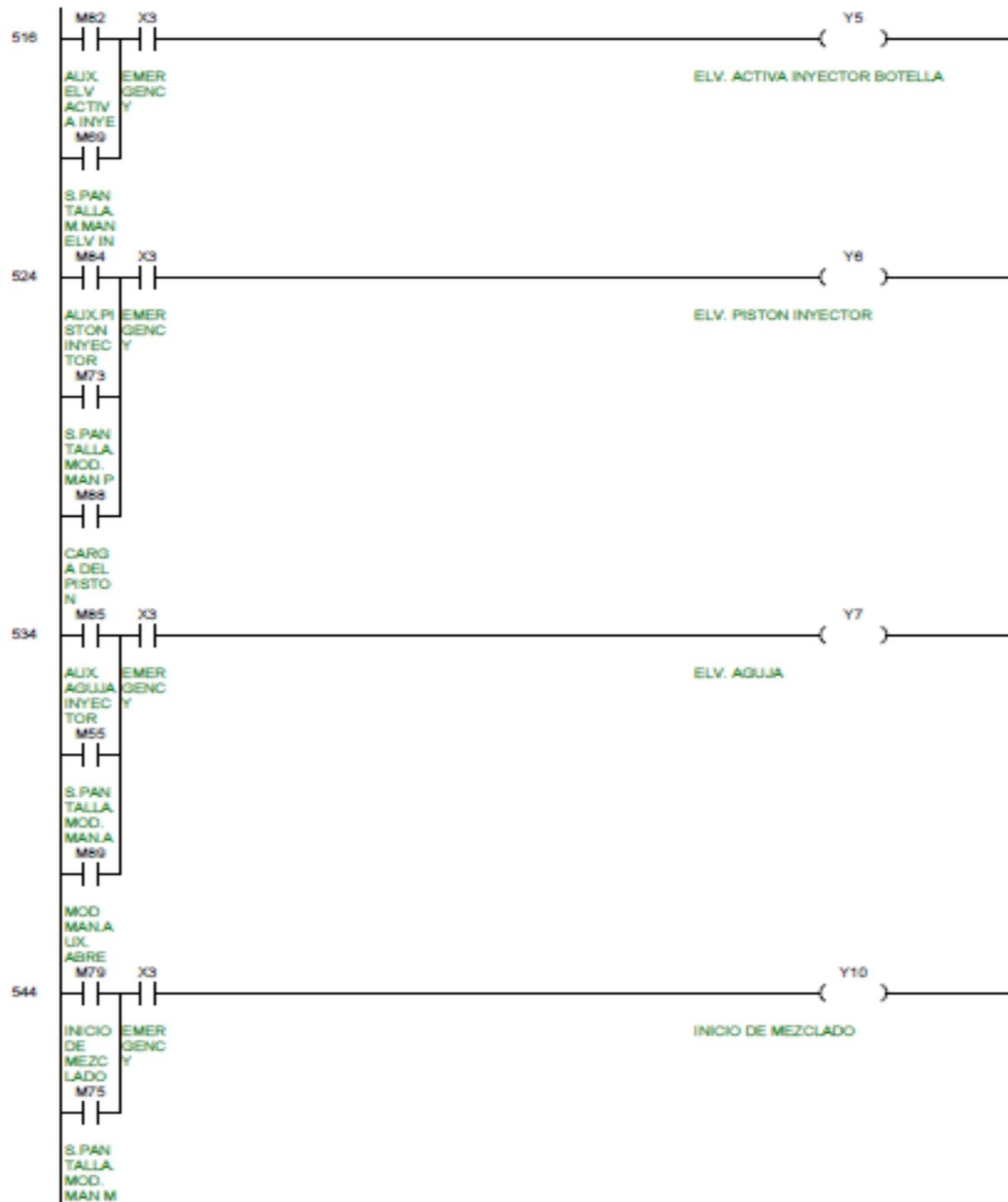


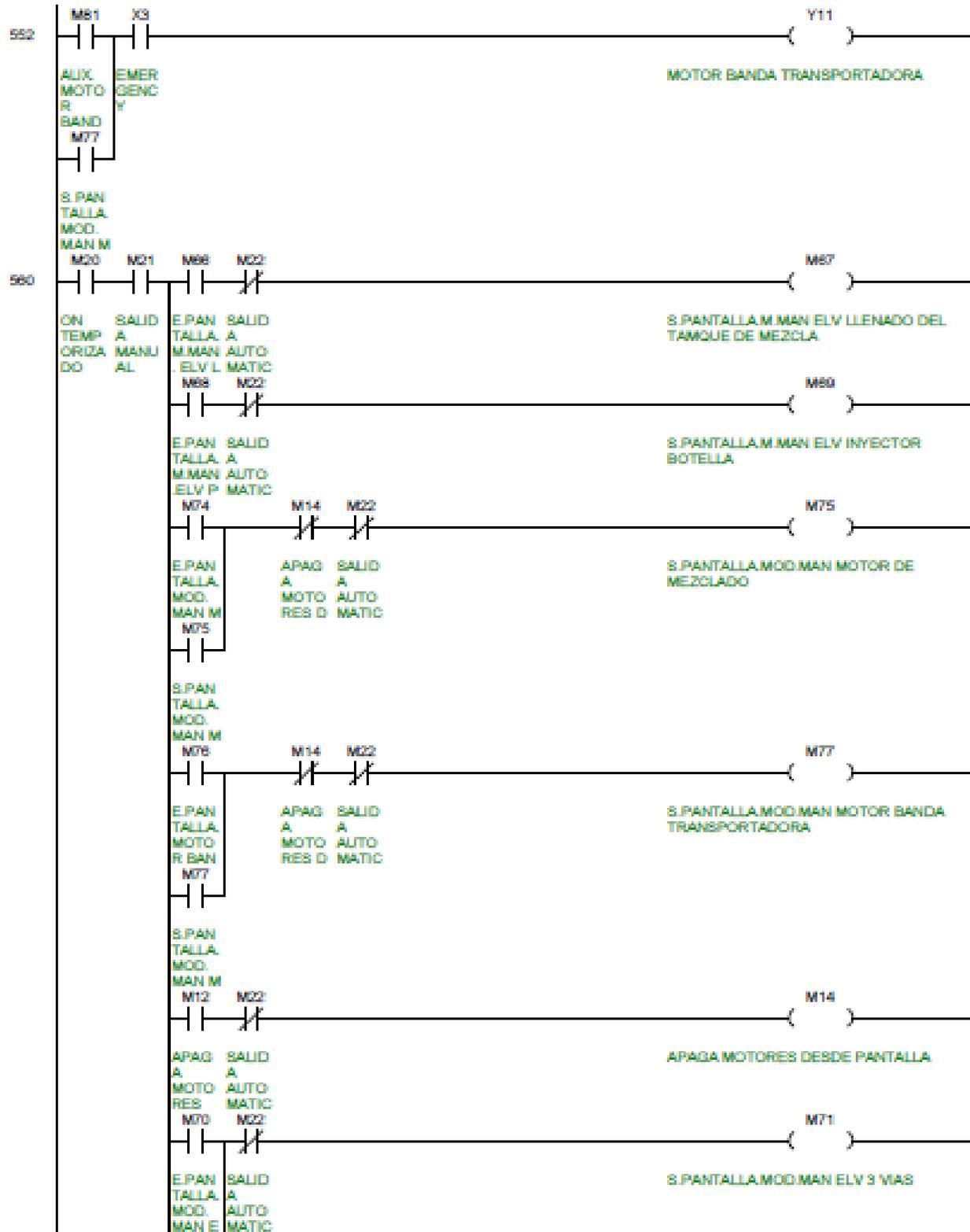


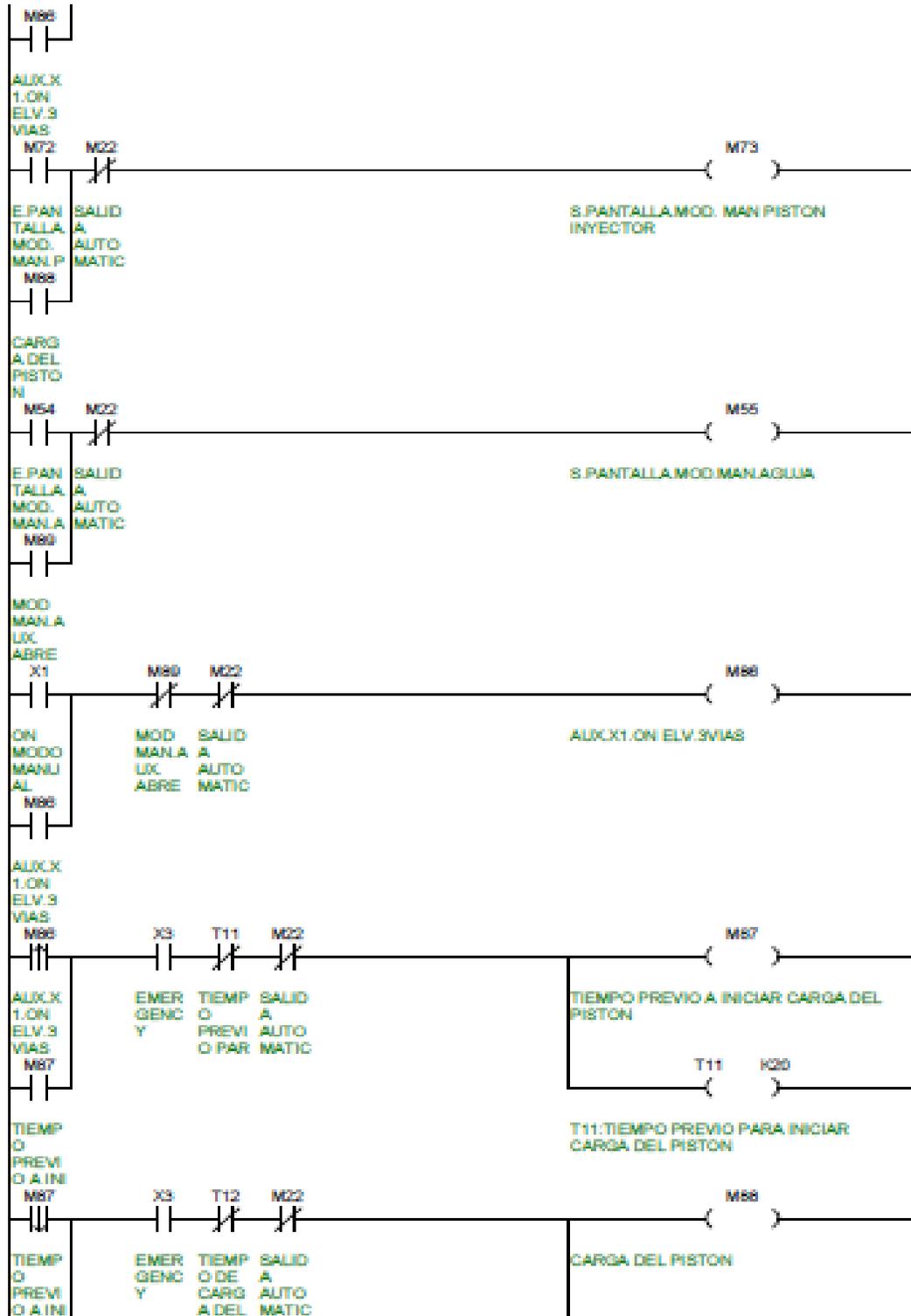


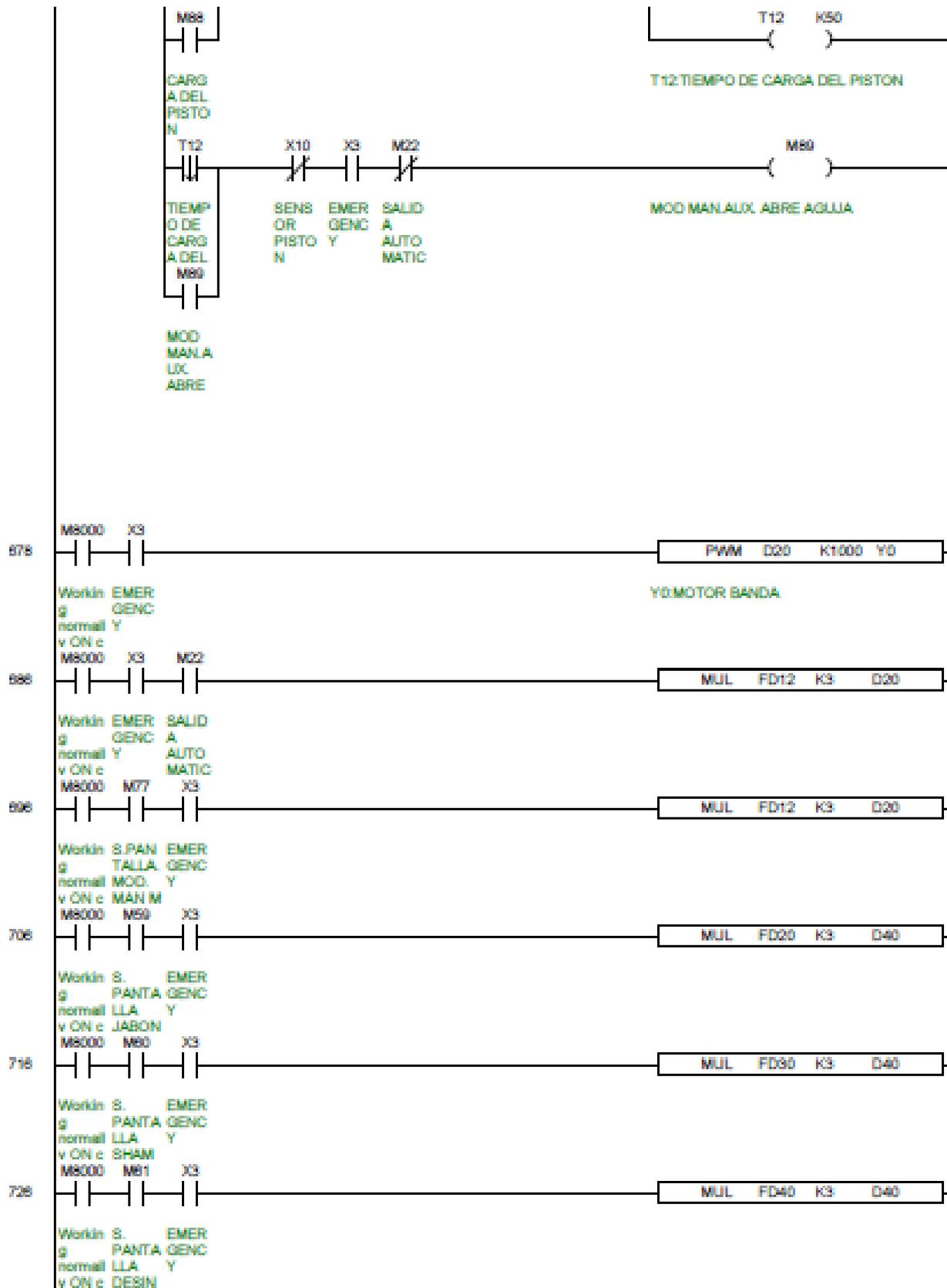


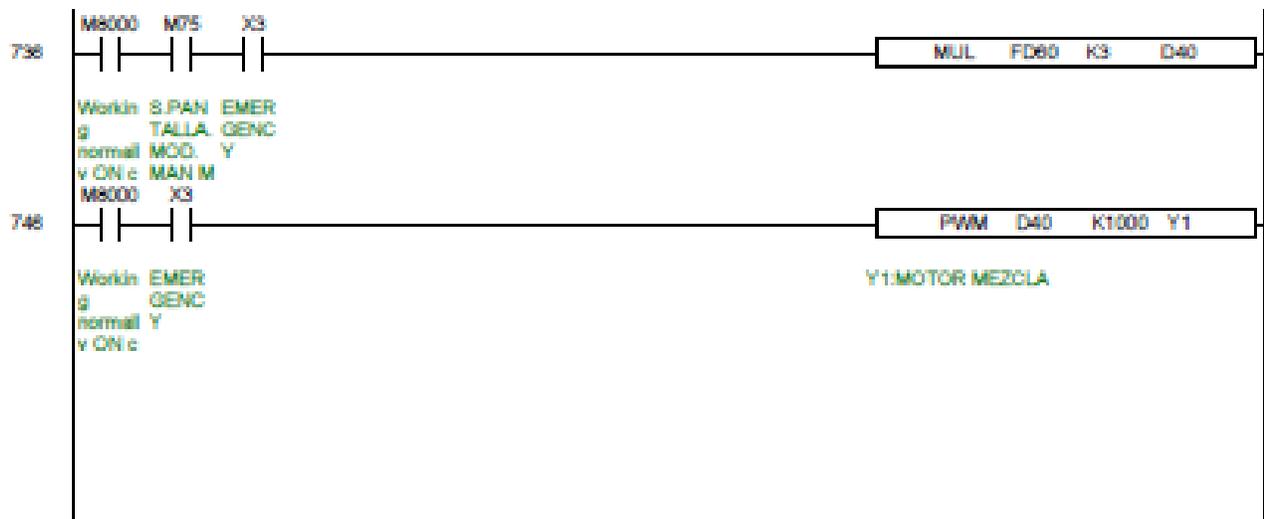












**Fig 3.81** Diseño del programa ladder del PLC

### 3.7 Construcción e implementación de la máquina

#### 3.7.1 Construcción e implementación del tanque de mezcla



**Fig 3.82** Construcción e implementación de la paleta de mezclado añadida al tanque de mezcla

### 3.7.2 Construcción de la mesa de trabajo



**Fig 3.83** Construcción de la estructura de la mesa de trabajo



**Fig 3.84** Mesa de trabajo Implementada

### 3.7.3 Construcción del soporte para el tanque de mezcla



**Fig 3.85** Construcción e implementación del soporte para el tanque de mezcla

### 3.7.4 Construcción del cilindro de carga y descarga del producto



**Fig 3.86** Construcción de la estructura metálica del cilindro de carga y descarga de líquidos



**Fig 3.87** Implementación del cilindro de carga y descarga de líquidos

### 3.7.5 Construcción de la mesa para la banda transportadora



**Fig 3.88** Construcción de la estructura metálica de la mesa para la banda transportadora



**Fig 3.89** Implementación de la banda transportadora a la mesa

### 3.7.6 Construcción de la estructura de la máquina

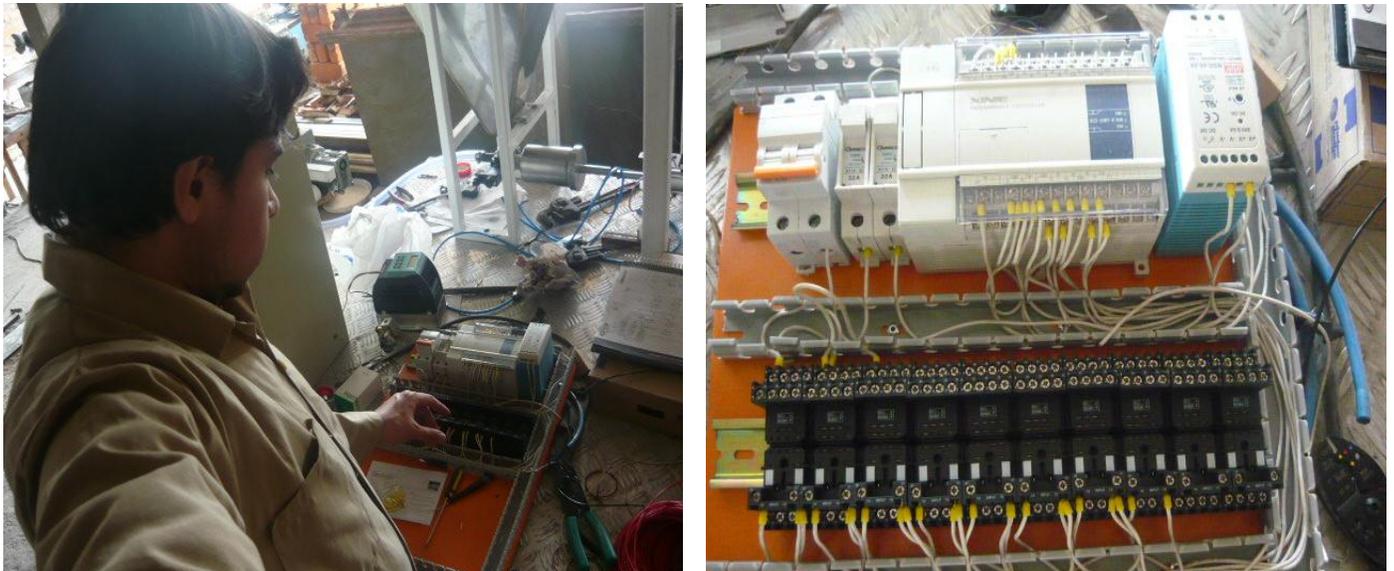


**Fig 3.90** Adaptación del cilindro de carga al pistón



**Fig 3.91** Implementación del tablero de control a la mesa de trabajo

### 3.7.7 Instalación del tablero de control y elementos de control

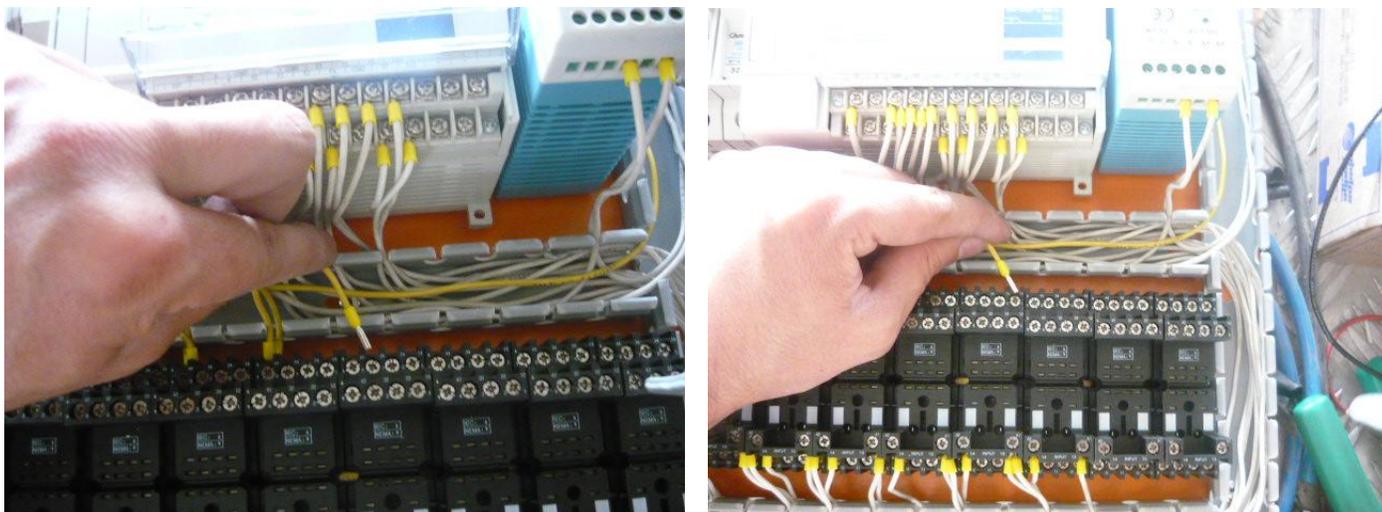


**Fig 3.92** Implementación y armado del tablero de control



**Fig 3.93** Conexiones de los elementos de control

### 3.7.8 Conexiones de los relés y la fuente de 24VDC



**Fig 3.94** Conexiones de los relés



**Fig 3.95** Conexiones de la fuente

### 3.7.9 Armado de la caja del tablero de control y la caja de mantenimiento neumático.



**Fig 3.96** Acoplado la caja para el tablero de control



**Fig 3.97** Caja de unidad de mantenimiento neumático

### 3.7.10 Elementos de la unidad de mantenimiento neumático



Fig 3.98 Unidad de mantenimiento neumático



Fig 3.99 Electroválvulas de 5/2 vías

### 3.7.11 Características de los motores usados, relés y la instalación de los variadores



Fig 3.100 Características del motor de mezclado y banda transportadora con relés a usarse

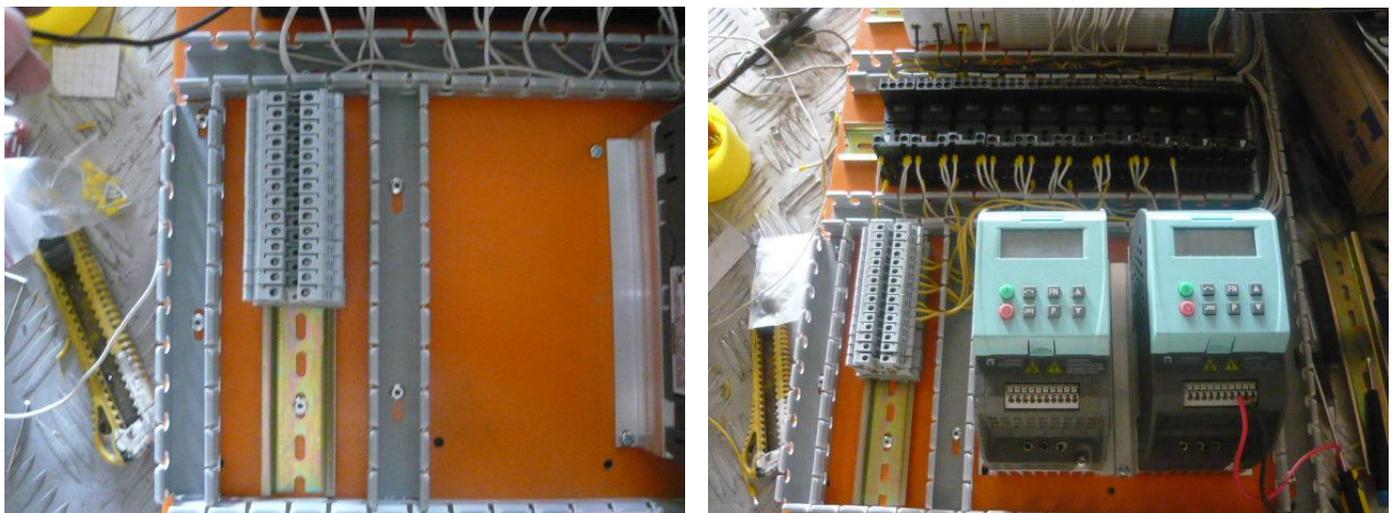


Fig 3.101 Implementación de los variadores y borneras

### 3.7.12 Instalación y cableado de los elementos de mando y fuerza de la máquina



**Fig 3.102** Implementación de Elv. De 2/2 vias y el motor de mezcla



**Fig 3.103** Cableado por bajo la mesa

### 3.7.13 Instalación del Hmi y el tablero de control



Fig 3.104 Instalación del Hmi



Fig 3.105 Instalación y conexiones del tablero de control

### 3.7.14 Conexiones del tablero de control y regleta de conexiones externas



**Fig 3.106** Conexiones e instalación del tablero de control

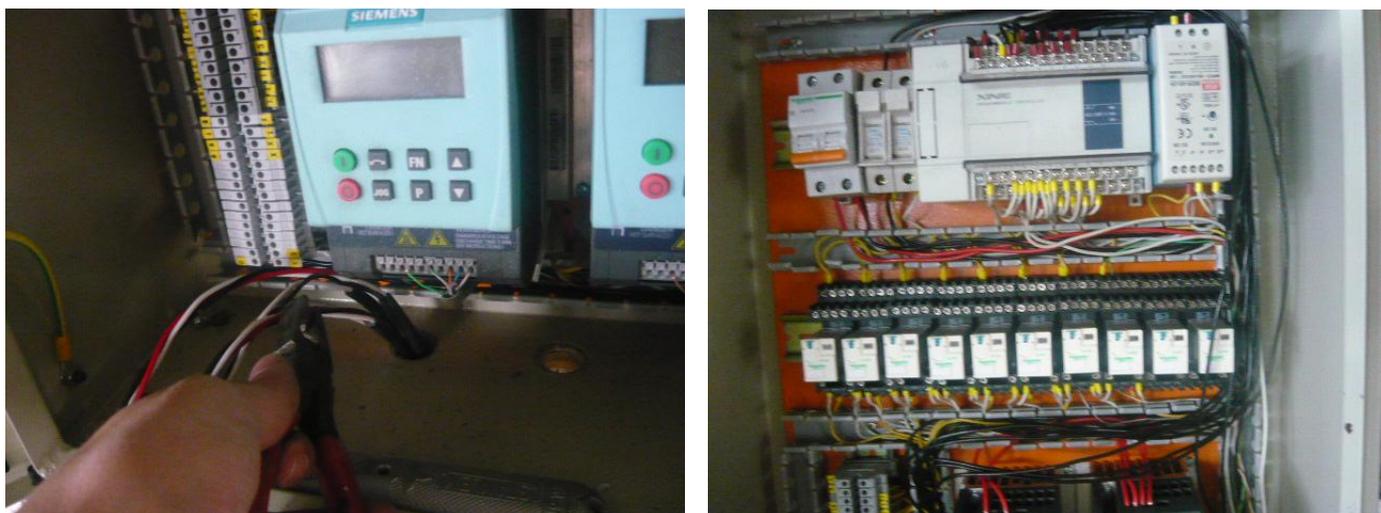


**Fig 3.107** Regleta de conexiones

### 3.7.15 Instalación de la red eléctrica e unidad de mantenimiento neumático



**Fig 3.108** Instalación de la unidad de mantenimiento neumático y tablero de control



**Fig 3.109** Instalación de la red eléctrica al tablero de control

### 3.7.16 Instalación de los pistones de envasado, mangueras neumáticas y programación del Plc - Hmi



**Fig 3.110** Instalación de los pistones de envasado y mangueras neumáticas



**Fig 3.111** Programación del Plc y Hmi

### **3.8 Pruebas realizadas de la máquina conjuntamente con el Plc y Hmi**

Se realizaron las pruebas necesarias para verificar que el sistema funcione correctamente, de acuerdo al siguiente procedimiento:

- Se verifica que todos los elementos de control estén bien conectados
- Se verifica que la fuentes de la pantalla HMI esté bien polarizada
- Se conecta a la alimentación 110V al tablero de control
- Se enciende la máquina y se comprueba que funcione el sistema neumático en modo manual ya que dentro de este campo se puede activar todos los elementos de fuerza que tiene la máquina independientemente.
- Se verifica que los motores trabajen adecuadamente, y se adapta la velocidad mediante el HMI tanto para mezclado como para envasado para y de esta manera evitar excesos de velocidad produciendo daños o desgastes en la máquina.
- Se verifica que los variadores de velocidad trabajen normalmente y reciba las ordenes desde el HMI.
- Una vez encendida la máquina se constata que los elementos de entrada funcionen correctamente
- Se procede a la configuración de modo automático parcialmente por que no estaba completamente sincronizada la máquina y se comprueba que el sistema funciona correctamente.

### 3.8.1 Pruebas realizadas en modo manual para verificar el funcionamiento neumático



Fig 3.112 Pruebas realizadas en el sistema neumático



Fig 3.113 Pruebas realizadas en el cilindro de carga - descarga y motor de mezclado

### 3.8.2 Pruebas de envasado en modo automático



**Fig 3.114** Pruebas de envasado modo automático



**Fig 3.115** Pruebas de envasado sensor fotoeléctrico

### 3.8.3 Pruebas de envasado con envases de 1 galón



**Fig 3.116** Pruebas de envasado con envases de 1 galón



**Fig 3.117** Pruebas de envasado del inyector de envases

### 3.8.4 Pruebas realizadas

- Una vez terminada la máquina se la puso en funcionamiento y no funcionó correctamente la primera vez, porque en el programa del PLC había un error de programa en la etapa de carga y descarga del cilindro, por lo tanto hubo conflictos de envasado al no estar acorde el cilindro de carga y descarga con las electroválvulas.
- Al rectificar ese cambio la máquina funciona bien a excepto del dosificador de líquidos ya que a causa el error anterior estalló la aguja anti goteo por la presión ejercida por el pistón y había fluido de líquido después del daño de la aguja anti goteo.
- Hubo problemas de dosificación ya que la presión de envasado era muy fuerte entonces se le adaptó un regulador de caudal por lo tanto se solucionó el problema.
- Al probar por primera vez la máquina aparentemente funcionaba bien pero en la etapa de pruebas se detectó que las memorias de la pantalla Hmi algunas no coincidían con el Plc por lo tanto no ejercía la función deseada.
- Al iniciar el proceso en modo automático la velocidad del mezclador estuvo al máximo por lo que generó demasiada espuma y mojó a los operarios sacando el agua del tanque de mezcla.
- Al final corrigiendo todos estos inconvenientes la máquina funciona correctamente para el objetivo planteado.

## CAPITULO IV

### ESTUDIO Y EVALUACIÓN FINANCIERA

#### 4.1 Introducción

Dentro de la realización del proyecto se debe considerar como un punto de gran importancia el análisis financiero del mismo, ya que no se puede aseverar que un proyecto o un producto se pueden ofertar al mercado si no se cuenta con una atractiva contraparte económica, relacionado al hecho de recuperar la inversión y al rédito que en si dará el proyecto a sus promotores. Dentro de este estudio se debe tomar en cuenta puntos como el valor de la inversión, proyecciones de los ingresos y egresos así como también la utilización de técnicas de evaluación que permitirá definir la viabilidad o no del proyecto. Todo esto será detallado e interpretado en el desarrollo de este capítulo para decidir si es posible ejecutar el proyecto.

#### 4.2 Inversión inicial

Para la ejecución de este proyecto principalmente se requiere la inversión para la construcción de la maquina, la cual servirá para la elaboración eficiente y eficaz de los productos evitando de esta manera la producción manual. Lo que a continuación se presenta es un listado de los costos en los que se incurrió:

#### 4.2.1 Costos de la estructura metálica

DESCRIPCION	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
PLANCHAS DE ACERO INOXIDABLE	1	190,0	190,0
SUELDA ELECTRICA	5	40,0	200,0
TORNILLOS	20	0,6	12,0
PERNOS	30	2,5	75,0
RULIMANES	7	4,0	28,0
TUBERIA DE ACERO INOXIDABLE 2" / ( 3/4 NTP)	6	60,0	360,0
<b>TOTAL</b>			<b>865,0</b>

**Fuente:** Proforma Comercial Kywi

**Elaborado por:** Miguel Portilla

#### 4.2.2 Cálculos internos de la automatización de la maquina

			(CABLEADO)
DESCRIPCION	CANTIDAD METROS	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
CABLE INDUSTRIAL AWG No 16	200	0,15	30
CABLE BLINDADO DE 3 HILOS AWG No 16	75	1,25	93,75
CABLE UTP CATEGORIA 5 E	20	0,6	12
			0
<b>TOTAL</b>			<b>135,75</b>

		EQUIPOS ELECTRONICOS Y ELECTRICOS	
DESCRIPCION	CANTIDAD METROS	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
PLC 14IN/10OUT THINGET	1	250	250,0
VARIADOR DE 3/4 HP 220V	2	240	480,0
VISUALIZADOR TE TEXTOS HMI Y CABLE	1	300	300,0
FUENTE DE PODER 24 VDC, 2,5 A	1	95	95,0
MOTOR REDUCTOR 1/2 HP/120RPM APROX PARA MEZCLA.	1	420	420,0
MOTOR REDUCTOR 1/2 HP/60RPM APROX PARA MEZCLA.	1	450	450,0
<b>TOTAL</b>			<b>1995,0</b>

	DISPOSITIVOS ELECTRONICOS		
DESCRIPCION	CANTIDAD METROS	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
SENSOR CAPACITIVO METALICO,NA 2 HILOS	2	50,00	100,0
SENSOR FOTOELECTRICO EMISOR - RECEPTOR	1	130,00	130,0
FUSIBLES Y PORTAFUSIBLES	4	6,00	24,0
SENSOR FIN DE CARRERA	1	1,20	1,2
			0,0
<b>TOTAL</b>			<b>255,2</b>

	(ELEMENTOS Y MATERIALES ELECTRICOS)		
DESCRIPCION	CANTIDADES	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
PULSADOR ON/OFF	1	3,97	3,97
PULSADOR PARO DE EMERGENCIA	1	25	25,00
RIELES AUXILIARES CON BASE MICRO	10	14	140,00
GABINETE METALICO, CANALETA RIEL AMARRAS VARIOS	1	150	150,00
			0,00
<b>TOTAL</b>			<b>319,0</b>

	EQUIPOS Y ELEMENTOS NEUMATICA		
DESCRIPCION	CANTIDADES	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
COMPRESOR PEQUEÑO DE AIRE COMPRIMIDO	1	350	350,0
VALVULA DE 3 VIAS ELECTRICA DE 1"	1	250	250,00
MICRO CILINDRO 20*50 mm	2	45	90,00
CILINDRO 40*100 mm	1	80	80,00
ELECTRO VALVULAS PARA MEZCLADORA 2 VIAS ELECTRI 1"	1	110	110,00
			880,0

**Fuente:** Proforma La Llave  
**Elaborado por:** Miguel Portilla

El análisis de las operaciones de ensamblaje depende del estudio de tiempos y movimientos y de las relaciones existentes entre el trabajador y sus herramientas, como ya se vio anteriormente.

### 4.2.3 Costos de suministros

UNIDADES	DESCRIPCION	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
UNIDAD	GAFAS SOLDADURA SUELDA AUTOGENA	1	8,55	8,55
UNIDAD	UNION PARA BOQUILLA DE SOLDADURA AUTOG	1	1,25	1,25
GALON	REFRIGERANTE	1	18,00	18,00
KILOBATIO	UTILIZACION DE ENERGIA ELECTRICA	250	0,30	75,00
MT CUBICOS	AGUA POTABLE	160	0,60	96,00
METROS	CABLE INDUSTRIAL AWG No 16	200	0,15	30,00
METROS	CABLE BLINDADO DE 3 HILOS AWG N 16	75	1,25	93,75
METROS	CABLE UTP CATEGORIA 5 E	20	0,60	12,00
	<b>TOTAL</b>			334,55

**NOTA:** LOS PRECIOS YA INCLUYEN IVA 12%

**Fuente:** Proforma La Llave  
**Elaborado por:** Miguel Portilla

### 4.2.4 Costo de herramientas

UNIDADES	DESCRIPCION	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
UNIDAD	ARCO DE SIERRA	1	3,99	3,99
UNIDAD	JUEGO DE LLAVES ALLEN	1	17,45	17,45
UNIDAD	JUEGO DE LLAVES STANLEY	1	32,50	32,50
UNIDAD	PLAYO DE PRESION	1	5,80	5,80
UNIDAD	TALADRO DE WALT INALAMBRICO DE 10 K	1	120,00	120,00
UNIDAD	MARTILLO DE GOMA	2	4,55	9,10
UNIDAD	LLAVE DE PICO STANLEY DE 8"	1	13,45	13,45
METROS	EXTENCION ELECTRICA	1	14,45	14,45
UNIDAD	RACHA STANLEY 250 mm	1	21,50	21,50
UNIDAD	ROLLOS TE TEFLON	6	0,30	1,80
UNIDAD	ESCUADRA METALICA 17"	1	6,55	6,55
	<b>TOTAL</b>			246,59

**NOTA:** LOS PRECIOS YA INCLUYEN IVA 12%

**Fuente:** Proforma Comercial Kywi  
**Elaborado por:** Miguel Portilla

#### 4.2.5 Costos de repuestos

UNIDADES	DESCRIPCION	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
UNIDAD	FUSIBLES Y PORTAFUSIBLES	4	6,00	24,00
UNIDAD	SENSOR FIN DE CARRERA	1	1,20	1,20
UNIDAD	FUENTE DE PODER 24 VDC, 2,5 A	1	25,00	25,00
	TOTAL			50,20

**NOTA:** LOS PRECIOS YA INCLUYEN IVA 12%

**Fuente:** Proforma Comercial Kywi

**Elaborado por:** Miguel Portilla

#### 4.2.6 Costo de mano de obra

En el proyecto la mano de obra ha tenido una mínima concentración, considerando que lo más importante ha sido tratar de reducir los costos en la inversión del proyecto, es así como se muestra la tabla como referencia del personal utilizado en la elaboración de la máquina mezcladora, es claro identificar que el personal utilizado no se lo ha contratado en forma permanente sino en forma ocasional.

DESCRIPCION	TOTAL A PAGAR
ING. ELECTRICO	350
ING. MECANICO INDUSTRIAL	350
TRABAJADOR	300
TOTAL	1000

**Fuente:** Proforma Servicios Profesional

**Elaborado por:** Miguel Portilla

#### 4.2.7 Resumen de costos

En resumen el costo total para la construcción de la máquina será de \$ 6081,29 que en el flujo de caja será la inversión inicial de la empresa.

COSTOS	TOTAL A PAGAR
COSTO DE ESTRUCTURA METALICA	865
COSTOS DE AUTOMATIZACION (CABLEADO)	135,75
COSTOS DE AUTOMATIZACION EQUIPOS ELECTRONICOS Y ELECTRICOS	1995
COSTOS DE AUTOMATIZACION DISPOSITIVOS ELECTRONICOS	255,2
COSTOS DE AUTOMATIZACION (ELEMENTOS Y MATERIALES ELECTRICOS)	319
COSTOS DE AUTOMATIZACION EQUIPOS Y ELEMENTOS NEUMATICA	880
COSTOS DE SUMINISTROS	334,55
COSTOS DE HERRAMIENTAS	246,59
COSTOS DE REPUESTOS	50,20
COSTO MANO DE OBRA	1000
<b>TOTAL</b>	<b>6081,29</b>

Fuente: Resumen de Costos Totales de la Maquina  
Elaborado por: Miguel Portilla

#### 4.2.8 Flujo de caja

El flujo de caja es la acumulación neta de activos líquidos en un periodo determinado, por lo tanto, constituye un indicador importante de la liquidez de una empresa. En nuestro caso este flujo nos permitirá analizar la viabilidad del proyecto de inversión, siendo la base de cálculo del Valor actual neto y de la Tasa interna de retorno.

Para realizar este análisis se ha hecho una comparación entre la producción manual y la implementación de la maquina en el proceso para determinar el beneficio o perdida que ocasionaría en los ingresos y egresos de la empresa.

#### 4.3 Análisis financiero

El análisis financiero en el proyecto se calculó tomando en cuenta los ingresos y costos o gastos que fueron utilizados. La proyección de ingresos se ha realizado en base a la producción anual de productos que se comercializan. Las ventas

durante estos dos últimos años reflejaron un 5% de aumento y se prevé que para cada año este porcentaje aumente en un 10%.

Con la implementación de la maquina se determina que la producción aumentaría ya que se determinó que al realizar la producción manualmente se obtiene un producto mientras que con la utilización de la maquina se produciría 5 productos, lo cual aumentaría la producción en 15% y se prevé que se aumente en un 20% cada año manteniendo el precio estable en todos los productos que se comercializan durante los 5 años con la finalidad de ser más competitivos en el mercado.

#### 4.3.1 Flujo de caja- producción manual

FLUJO DE CAJA PROYECTADO						
CONCEPTOS	Año 2011	Año 2012	Año 2013	Año 2014	Año 2015	Año 2016
<b>INGRESOS</b>	<b>\$ 34.320,00</b>	<b>\$ 36.036,00</b>	<b>\$ 39.639,60</b>	<b>\$ 43.603,56</b>	<b>\$ 47.963,92</b>	<b>\$ 52.760,31</b>
Ventas	\$ 34.320,00	\$ 36.036,00	\$ 39.639,60	\$ 43.603,56	\$ 47.963,92	\$ 52.760,31
<b>COSTOS</b>	<b>\$ 34.550,00</b>	<b>\$ 35.875,00</b>	<b>\$ 38.558,75</b>	<b>\$ 41.283,19</b>	<b>\$ 44.050,35</b>	<b>\$ 46.862,36</b>
Gastos sueldos y salarios	\$ 15.720,00	\$ 16.200,00	\$ 18.000,00	\$ 19.800,00	\$ 21.600,00	\$ 23.400,00
Gastos insumos y materiales	\$ 15.500,00	\$ 16.275,00	\$ 17.088,75	\$ 17.943,19	\$ 18.840,35	\$ 19.782,36
Gasto seguros médicos privados	\$ 3.050,00	\$ 3.100,00	\$ 3.150,00	\$ 3.200,00	\$ 3.250,00	\$ 3.300,00
Gastos servicios básicos	\$ 280,00	\$ 300,00	\$ 320,00	\$ 340,00	\$ 360,00	\$ 380,00
Depreciación	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
<b>SALDO OPERATIVO</b>	<b>-\$ 230,00</b>	<b>\$ 161,00</b>	<b>\$ 1.080,85</b>	<b>\$ 2.320,37</b>	<b>\$ 3.913,57</b>	<b>\$ 5.897,94</b>
<b>INVERSIÓN</b>	<b>\$ 0,00</b>					
Inversión de activos	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
Depreciación	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
<b>FLUJO ECONÓMICO</b>	<b>-\$ 230,00</b>	<b>\$ 161,00</b>	<b>\$ 1.080,85</b>	<b>\$ 2.320,37</b>	<b>\$ 3.913,57</b>	<b>\$ 5.897,94</b>
<b>INDICADORES DE EVALUACION ECONÓMICA</b>	<b>VAN :</b>	<b>\$ 8.080,12</b>	<b>TIR :</b>	<b>247,3%</b>		

Fuente: Microempresa Aseolim  
Elaborado por: Miguel Portilla

### 4.3.2 Flujo de caja-producción implementando la maquina

FLUJO DE CAJA PROYECTADO						
CONCEPTOS	Año 2011	Año 2012	Año 2013	Año 2014	Año 2015	Año 2016
<b>INGRESOS</b>	<b>\$ 0,00</b>	<b>\$ 42.568,00</b>	<b>\$ 50.511,60</b>	<b>\$ 60.033,92</b>	<b>\$ 71.450,70</b>	<b>\$ 85.140,84</b>
Ventas	\$ 0,00	\$ 39.468,00	\$ 47.361,60	\$ 56.833,92	\$ 68.200,70	\$ 81.840,84
Ahorro en seguro médico privado	\$ 0,00	\$ 3.100,00	\$ 3.150,00	\$ 3.200,00	\$ 3.250,00	\$ 3.300,00
<b>COSTOS</b>	<b>\$ 2.500,00</b>	<b>\$ 33.733,13</b>	<b>\$ 36.466,88</b>	<b>\$ 39.241,32</b>	<b>\$ 42.058,48</b>	<b>\$ 44.920,49</b>
Gastos sueldos y salarios	\$ 0,00	\$ 16.200,00	\$ 18.000,00	\$ 19.800,00	\$ 21.600,00	\$ 23.400,00
Gastos insumos y materiales	\$ 2.500,00	\$ 16.275,00	\$ 17.088,75	\$ 17.943,19	\$ 18.840,35	\$ 19.782,36
Gastos servicios básicos	\$ 0,00	\$ 300,00	\$ 320,00	\$ 340,00	\$ 360,00	\$ 380,00
Gasto mantenimiento	\$ 0,00	\$ 350,00	\$ 450,00	\$ 550,00	\$ 650,00	\$ 750,00
Depreciación	\$ 0,00	\$ 608,13	\$ 608,13	\$ 608,13	\$ 608,13	\$ 608,13
<b>SALDO OPERATIVO</b>	<b>-\$ 2.500,00</b>	<b>\$ 8.834,87</b>	<b>\$ 14.044,72</b>	<b>\$ 20.792,60</b>	<b>\$ 29.392,23</b>	<b>\$ 40.220,35</b>
<b>INVERSIÓN</b>	<b>\$ 6.081,29</b>	<b>\$ 0,00</b>				
Inversión de activos	\$ 6.081,29	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
Depreciación	\$ 0,00	\$ 608,13	\$ 608,13	\$ 608,13	\$ 608,13	\$ 608,13
<b>FLUJO ECONÓMICO</b>	<b>-\$ 8.581,29</b>	<b>\$ 9.443,00</b>	<b>\$ 14.652,85</b>	<b>\$ 21.400,73</b>	<b>\$ 30.000,36</b>	<b>\$ 40.828,48</b>
<b>INDICADORES DE EVALUACION ECONOMICA</b>	<b>VAN :</b>	<b>\$ 67.303,33</b>	<b>TIR :</b>	<b>151,4%</b>		

Fuente: Proyecciones de Costos  
Elaborado por: Miguel Portilla

### 4.4 Evaluación de rentabilidad del proyecto

En un proyecto es muy importante analizar la posible rentabilidad y sobre todo si es viable o no. Dos parámetros muy usados a la hora de calcular la viabilidad de un proyecto son el VAN (Valor Actual Neto) y la TIR (Tasa Interna de Retorno). Ambos conceptos se basan en lo mismo, y es la estimación de los flujos de caja que tenga la empresa (simplificando, ingresos menos gastos netos). Para el presente proyecto tenemos los siguientes resultados ante dos posibilidades:

#### Resumen de evaluación

<i>Indicador</i>	<b>Producción manual</b>	<b>Producción implementando la maquina</b>
<b>VAN 10% ANUAL</b>	<b>\$ 8.080,12</b>	<b>\$ 67.303,33</b>
<b>TIR</b>	<b>247,3%</b>	<b>151,4%</b>

Fuente: Flujo de Caja (Producción manual-Implementación de la Maquina)  
Elaborado por: Miguel Portilla

Se observa claramente la rentabilidad económica, dentro de la implementación del proyecto; se lo toma como favorable por que el VAN es positivo y es muy superior a cero (0) en las dos alternativas de producción, observando una notable ventaja en la utilización de la máquina para el proceso. De igual forma la tasa interna de retorno (TIR) tiene una superioridad a la tasa impuesta en nuestro proyecto del 10%. Por lo cual se puede determinar que el proyecto es rentable y que permitirá un aumento en la producción y por ende en las ventas, así como también evitar algún accidente en las personas encargadas de la fabricación del producto, ahorrando a la empresa el gasto en seguros privados, y motivando al desarrollo tecnológico de la empresa.

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

- La máquina implementada funciona correctamente con una interfaz simple de programación permitiendo elegir la opción según la cantidad o producto a elaborar.
- Se utilizó un pistón neumático de doble efecto para efectuar la carga y descarga del cilindro dosificador.
- Para activar el pistón se usó una electroválvula neumática de 5/2 vías para lograr la funcionalidad de doble efecto en el mismo.
- En el pistón de doble efecto de la aguja anti goteo de igual forma se utilizó una electroválvula neumática de 5/2 vías para activar la apertura y cierre de paso del líquido hacia los envases a ser llenados.
- Para el control de la banda transportadora fue necesario integrar al tablero de control un variador de velocidad para que los envases se transporten sobre la misma lentamente.
- En el caso del motor de mezcla también se utilizó un variador de velocidad con el objetivo de poder modificar la velocidad de mezclado.
- Entre motores de AC y DC fue oportuno y necesario usar el motor trifásico AC ya que es de costo accesible y hay disponibilidad de voltaje para su funcionamiento, el inconveniente es que no es un motor de precisión para el

caso de la banda transportadora pero es solucionable con la ayuda de un variador y una caja reductora de velocidad. Un motor Dc es exacto no necesita variador ni caja reductora de velocidad pero su costo es muy elevado.

## 5.2 Recomendaciones

- Para asegurar un buen funcionamiento de la máquina se recomienda tener cuidado con el sensor fotoeléctrico ya que si por algún error el sensor detecta movimiento en el área cercana se activa el proceso de envasado en modo automático, una vez que se haya efectuado la mezcla.
- Se recomienda estar pendiente de los envases que se ingresa a la banda transportadora ya que si se ingresan demasiadas el sensor fotoeléctrico activara el proceso de envasado continuamente y el líquido caerá en la banda transportadora.
- En el caso de que el líquido caiga en la banda transportadora limpiar lo más rápido posible ya que con el tiempo se deteriora la banda y oxida los rodillos.
- Tener cuidado al limpiar la máquina no ingresar trapos húmedos en áreas de conexiones.
- Hacer el mantenimiento de las electroválvulas neumáticas manteniendo con aceite siempre la unidad de mantenimiento
- Se debe considerar un tiempo prudente de 3 meses de funcionamiento del compresor para realizar el cambio de aceite del mismo ya que este es de vital importancia para su funcionamiento.
- En el caso de avería de algún instrumento o etapa de la máquina no intentar arreglarla, puede resultar muy peligroso.

- En caso de accidente si algún químico llegara a caer sobre la piel, enjuagarse inmediatamente y de ser necesario acudir al médico dependiendo del daño causado en la piel.

## BIBLIOGRAFÍA

- Renán Flores, Control Electromecánico, Guía práctica de instalaciones en tableros de control.
- José Zapata S, Control de máquinas con PLC, Subcentro de electricidad y electrónica Secap.
- Renán Flores Ortega; Guía de prácticas de laboratorio de Plc's ; Universidad Politécnica salesiana.
- Carlos Novillo M; Dispositivos Electrónicos; Universidad Politécnica Nacional.
- MIDEPLAN / Metodología General de Preparación y Evaluación Social de Proyectos, Principios de Dirección Financiera, R. Brealey, S. Myers, A. Marcus. Mc.Graw Hill, 1996.
- Finance for Executives, G. Hawawini, C. Viallet, ITP, 1999
- Evaluación de Proyectos, Alejandro Bustamante, AACREA,
- Evaluación de Proyectos de Inversión, G. Noussan, IAE, 1996
- La Rentabilidad de las Inversiones, J. Faus, IESE, 1988

# **ANEXOS**