

REDISEÑO DE MAQUINA LLENADORA DE CREMA LAVAPLATOS

**JUAN ESTEBAN MENDOZA PULGARÍN
EDWIN MONSALVE BAENA**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE INGENIERÍA
TECNOLOGÍA MECÁNICA
MEDELLÍN
2014**

REDISEÑO DE MAQUINA LLENADORA DE CREMA LAVAPLATOS

JUAN ESTEBAN MENDOZA PULGARÍN

EDWIN MONSALVE BAENA

**Proyecto de Grado para optar por el Título Profesional en
Tecnología Mecánica**

Asesor

José Betancur

Ingeniero Mecánico

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO

FACULTAD DE INGENIERÍA

TECNOLOGÍA MECÁNICA

MEDELLÍN

2014

Nota de aceptación

Firma del presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Medellín, Mayo de 2014

Gracias primeramente a Dios por permitirnos llegar a este momento tan especial y maravilloso en nuestras vidas porque su mano y su gracia estuvieron siempre con nosotros.

A nuestras familias que siempre fueron nuestra inspiración y estuvieron a nuestro lado brindándonos su apoyo y comprensión, motivándonos y alentándonos en los momentos de dificultad y disfrutando todos los momentos felices.

A nuestros amigos y profesores que aportaron toda su experiencia y conocimiento para poder alcanzar nuestros objetivos...

A todos ellos muchas gracias.

CONTENIDO

	pág
INTRODUCCIÓN.....	11
1. ANTECEDENTE.....	12
2. JUSTIFICACIÓN	13
3. OBJETIVOS	14
3.1 OBJETIVOS GENERALES.....	14
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
4. REFERENTES TEÓRICOS.....	15
4.1 CONCEPTOS SOBRE SISTEMAS DE LLENADO	15
4.2 MÁQUINAS DE LLENADO	16
4.3 CONCEPTOS DE AUTOMATIZACIÓN	17
4.4 TÉCNICAS DE CONTROL Y MANDO.....	18
4.5 AUTOMATIZACIÓN MEDIANTE MICROPROCESADOR	20
4.6 AUTOMATIZACIÓN: SISTEMAS PLC.....	20
4.7 SISTEMAS NEUMÁTICOS	22
4.8 ACTUADORES NEUMÁTICOS	24
4.9 CONTROL DE AIRE COMPRIMIDO.	25
5. METODOLOGÍA.....	28
5.1 RECURSOS HUMANOS	28
5.2 RECURSOS INSTITUCIONALES.....	28
5.3 RECURSOS FINANCIEROS	29
6. RESULTADOS DEL PROYECTO Y DISEÑO TECNICO.....	30
6.1 PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN	30

6.2 FUNCIONAMIENTO DE LA MAQUINA	31
6.3 PLANOS ELÉCTRICOS	34
6.4 PLANOS NEUMÁTICOS	38
6.5 PLANOS ELÉCTRICOS (CONTROL).....	41
6.6 PLANOS ELÉCTRICOS (POTENCIA).....	45
7. CONCLUSIONES.....	50
8. RECOMENDACIONES	51
BIBLIOGRAFÍA.....	52
ANEXO A	
FOTOGRAFÍA DE PLC N° 1.....	53
ANEXO B	
FOTOGRAFÍA DE PLC N° 2.....	54
ANEXO C	
PLANOS NEUMÁTICOS Y ELÉCTRICOS DE CONTROL Y POTENCIA.	55
ANEXO D	
PLANO MECÁNICO 3D.....	56
ANEXO E	
PLANO MECÁNICO ENSAMBLE GENERAL.....	57
ANEXO F	
PLANO MECÁNICO DETALLES CONSTRUCTIVOS	58
ANEXO G	
FOTOGRAFÍAS PROYECTO FINAL	59

LISTA DE FIGURAS

	pág
Figura 1. <i>Esquema Básico de Máquina Llenadora Actual.</i>	12
Figura 2. <i>Esquema General del proyecto de Máquina Llenadora.</i>	13
Figura 3. <i>Control mediante Microprocesador.</i>	20
Figura 4. <i>Sistemas PLC</i>	21
Figura 5. <i>Funcionamiento de sistemas PLC</i>	22
Figura 6. <i>Elementos de un circuito neumático</i>	24
Figura 7. <i>Cilindro de Simple Efecto.</i>	25
Figura 8. <i>Cilindro de Doble Efecto.</i>	25
Figura 9. <i>Válvulas Distribuidoras</i>	26
Figura 10. <i>Designación de una Válvula</i>	27
Figura 11. <i>Esquema de funcionamiento de la Máquina Llenadora por Boquilla</i>	31
Figura 12. <i>Ubicación de los Pulsadores y Suiches Máquina Llenadora de Crema Lavaplatos</i>	32
Figura 13. <i>Planos Eléctricos Plano 1 de 3.</i>	35
Figura 14. <i>Planos Eléctricos Plano 2 de 3</i>	36
Figura 15. <i>Planos Eléctricos Plano 3 de 3</i>	37
Figura 16. <i>Planos Neumáticos.</i>	38
Figura 17. <i>Planos Neumáticos.</i>	39
Figura 18. <i>Planos Neumáticos.</i>	40
Figura 19. <i>Planos Neumáticos.</i>	40

Figura 20. <i>Planos Neumáticos</i>	41
Figura 21. <i>Planos Eléctricos (Control)</i>	42
Figura 22. <i>Planos Eléctricos (Control)</i>	43
Figura 23. <i>Planos Eléctricos (Control)</i>	44
Figura 24. <i>Planos Eléctricos (Control)</i>	45
Figura 25. <i>Planos Eléctricos (Potencia)</i>	46
Figura 26. <i>Planos Eléctricos (Potencia)</i>	47
Figura 27. <i>Planos Eléctricos (Potencia)</i>	48
Figura 28. <i>Planos Eléctricos (Potencia)</i>	49

ÍNDICE

Aire comprimido, 20, 21, 22, 23, 24, 27, 28, 36
Automatismo, 15
Automatización, 15, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 43
Automatización, 15, 18, 43
Boquilla, 28
Caudalímetro, 13
Cilindros, 22, 23, 26
Cilindros de doble efecto, 26
Circuito neumático, 8, 21, 22, 23
Compresor, 27
Control en bucle abierto, 17
Control en bucle cerrado, 17
Control secuencial, 17
Controlador plc, 27
Electroválvula, 34
Electroválvula, 26
Encoder, 13
Fuentes de energía, 15
Llenadora de garrafas o envases, 15
Llenadoras cerradoras lineales, 14
Llenadoras cerradoras rotativas, 14
Llenadoras manuales, 14
Llenadoras serie eco, 15
Molino, 28
Neumáticos, 21, 22, 24, 29, 36, 42
Órganos de mando/control, 16
Órganos sensoriales, 16
Peso, 13
Planos eléctricos, 8, 32, 33, 34, 35
Procesos continuos, 16
Procesos discretos o discontinuos, 16
Pulsadores, 30
Regulación automática, 16
Sensores inductivos, 27
Sistemas plc, 18, 19
Tolva, 10, 11, 12, 26, 28
Válvulas, 21, 23, 24, 30, 36, 37, 38, 42, 45
Volumétrico, 13

RESUMEN

El proyecto se lleva a cabo en Industrias Jocali, empresa Colombiana dedica a la fabricación y comercialización de productos de Aseo y Limpieza, el proyecto implica el diseño técnico de una máquina llenadora de crema de lavaplatos con el fin de aumentar la capacidad productiva. Se aplicarán para esto conceptos de instalación neumática que se controlan desde sistemas de automatización PLC con controladores lógicos programables.

Industrias Jocali en la actualidad experimenta un alto crecimiento económico que lo ha obligado a ampliar su portafolio de productos, es aquí donde el proyecto cobra mayor importancia ya que esto permitirá a la empresa generar mayor rentabilidad al aumentar su capacidad productiva y reducir tiempos de producción.

ABSTRACT

The project is carried out in Jocali Industries, Colombian company dedicated to the manufacture and marketing of Bath and Cleaning, the project involves the engineering design of a packaging machine solid dishwasher in order to increase productive capacity. Concepts apply of Installation pneumatically controlled from automation systems (PLC) with programmable logic controllers.

Industries Jocali currently experiencing high economic growth forces it to expand its product portfolio, this is where the project becomes more important as this will enable the company to generate higher returns to increase production capacity and reduce production times.

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de grado trata del rediseño de la máquina de llenado de crema lavaplatos el cual se lleva a cabo e Industrias Jocali, empresa Antioqueña que se dedica a la fabricación y comercialización de productos de aseo y limpieza que bajo la marca Maxo ® tienen una participación importante en el mercado Colombiano de este tipo de productos, que ha adquirido gran fuerza en la última década.

El objetivo del proyecto es aplicar conceptos de neumática y sistemas de automatización PLC a la maquina de llenado de crema lavaplatos con el fin de aumentar su capacidad productiva; se pretende que la máquina aumente su productividad en un 300 % luego del rediseño; para esto se utilizarán recursos humanos y financieros suministrados por la Empresa en mención.

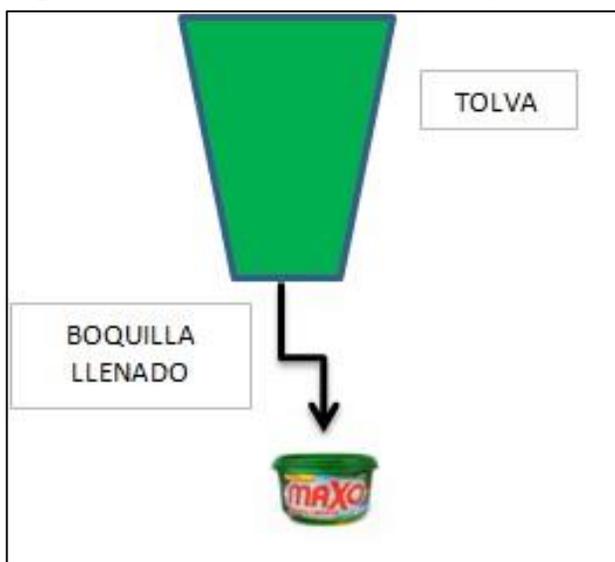
El proyecto se realiza para aplicar los conceptos adquiridos durante la Tecnología en Mecánica Industrial profundizando en modelos Neumáticos y Sistemas de Automatización PLC, lo cual impactará directamente disminuyendo los tiempos de envasado del producto, logrando así reducir los costos de producción y aumentar la rentabilidad para uno de los productos con mayor demanda en el portafolio de Industrias Jocali.

1. ANTECEDENTE

El proyecto se realizará en Industrias Jocali Ltda ubicada en el municipio de Itagüí, empresa Antioqueña que fue creada a mediados del 2002 cuya principal actividad económica es la fabricación y comercialización de productos de Aseo y Limpieza bajo la marca MAXO®. En la actualidad debido a su crecimiento y a la expansión de varias líneas mercado que se ve reflejada en la ampliación de su portafolio se ha visto en la necesidad de aumentar su capacidad productiva en las diferentes líneas de producción que posee la compañía: Línea para la fabricación de cremas lavaplatos, Líquidos y jabones.



Figura 1. Esquema Básico de Máquina Llenadora Actual.



Fuente: Elaborado: Mendoza, Juan Esteban y Monsalve, Edwin

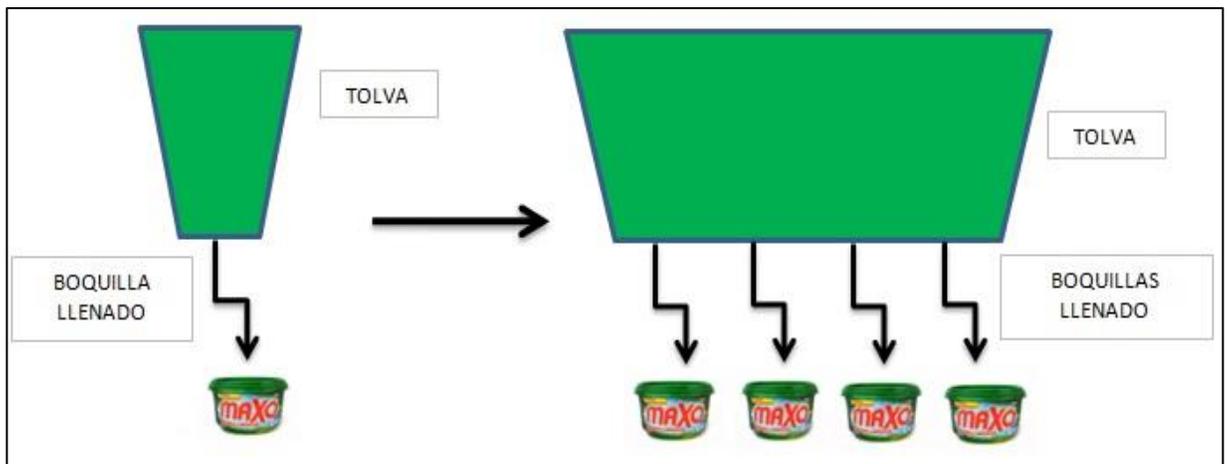
Una de las líneas en donde la compañía requiere mayor intervención es la denominada “Línea de crema lavaplatos” en donde se fabrica crema para el lavado de platos de forma sólida en diferentes variedades (colores y aromas) y presentaciones comerciales. En la actualidad la Línea cuenta con una tolva en acero inoxidable con capacidad de 100 Kg con una boquilla de suministro de producto que envasa 6 unidades por minuto (ver figura 1) bajo este concepto no se logra cumplir con la demanda del mercado actual ya que la marca se ha posicionado fuertemente en el mercado Colombiano.

2. JUSTIFICACIÓN

La línea de crema lavaplatos en la actualidad con una única boquilla para envasado de producto envasa en promedio 6 unidades por minuto de las diferentes presentaciones comerciales que tiene la compañía (250, 500 y 1000 gramos.), el objetivo del proyecto es pasar a envasar 24 unidades por minuto logrando así optimizar el proceso productivo y aumentar la capacidad en un 300%.

El desarrollo del proyecto consta del rediseño de la tolva para envasado de producto que permita pasar de almacenar 100 Kg a 400 Kg, con 4 boquillas para envasado. (Ver figura 2).

Figura 2. Esquema General del proyecto de Máquina Llenadora.



Fuente. Elaborado: Mendoza, Juan Esteban y Monsalve, Edwin

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVOS GENERALES

Rediseñar la máquina llenadora de crema lavaplatos para aumentar su capacidad productiva de forma automática y eficaz.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Rediseñar la máquina llenadora de crema lavaplatos para aumentar su capacidad productiva.

Realizar una tolva con capacidad para 400 kg de carga que permita envasar una mayor cantidad de envases por minuto.

Aumentar la productividad en un 300 % de la llenadora de crema lavaplatos mediante un sistema de automatización eléctrico, electrónico y neumático.

4. REFERENTES TEÓRICOS

4.1 CONCEPTOS SOBRE SISTEMAS DE LLENADO

Volumétrico: Sistema de llenado mediante pistones en tubo lapeado con émbolos internos traccionados por central hidráulica, neumática o combinada, con velocidades de aspirado y dosificado completamente regulables.

Gravedad: Sistema de caída desde depósitos con posición elevada para productos de difícil manipulación por sus propiedades químicas tales como endurecedores.

Peso: Sistema de llenado mediante células de carga con doble ajuste de llenado Grueso y Fino para obtener precisión de llenado. Sistema combinado con grupos de bombeo, filtrado o gravedad.

Velocidad/tiempo: Sistema de llenado mediante grupo de bombeo y combinación de capacidad de llenado mediante graduación de la velocidad de bombeo y el tiempo de trabajo.

Encoder: Sistema de llenado mediante grupo de bombeo con encoder incorporado detallando por pulsos la frecuencia de paso de la bomba.

Caudalímetro: Sistema de llenado mediante medidores del tipo electro-magnético o del tipo másico dependiendo de las características del producto combinado con grupo de bombeo. Equipos de alto nivel de prestaciones.

Vacío: Sistema de llenado en combinación con uno de los sistemas anteriores con absorción de líquido restante desde el interior de los envases. Adecuado para envases no uniformes en donde lo más importante es el nivel de llenado por encima de la cantidad.

4.2 MÁQUINAS DE LLENADO

Llenadoras Cerradoras Lineales: Llenadoras preparadas y diseñadas para cubrir una amplia gama de diseños a envasar, desde envases pequeños hasta 10 litros.

La mayoría de llenadoras lineales vienen previstas de sistema atrapa-cuellos garantizando el correcto centrado de los cuellos de envase y boquillas del tipo anti-goteo. Para la manipulación de productos espumosos se integra un sistema de boquillas progresivas en donde las boquillas van cambiando conforme el producto. Además el sistema cuenta con una bandeja para recoger el producto sobrante que pueda generarse. Pueden ser fabricadas desde 1 hasta 10 boquillas de llenado abarcando una producción máxima de 6.000 unidades/ hora.

Llenadoras Cerradoras Rotativas: Llenadoras preparadas y diseñadas para un rápido y fácil cambio de referencia. Por su construcción permite una fácil limpieza del sistema de llenado. Estas llenadoras están especialmente recomendadas la industria cosmética y para envases con problemas de estabilidad o para la dosificación de pequeñas cantidades garantizando una correcta dosificación y gran manejabilidad a la hora de ajustar envases pequeños.

Las podemos encontrar fabricadas desde 1 hasta 6 boquillas de llenado abarcando una producción máxima de 4.000 unidades/ hora. Estas máquinas son construidas y diseñadas dependiendo del tipo de tapón, la producción deseada y la estabilidad de los envases, derivando entonces a un sistema lineal o un sistema rotativo.

Pueden venir con posicionador automático de tapones del tipo robo o del tipo pick and place, con elevación automática de tapones aportando una gran autonomía al sistema y una mínima supervisión.

Llenadoras Manuales: Llenadoras utilizadas para producciones de llenado bajas, orientada para producciones de tirajes cortos ofreciendo gran comodidad y velocidad de producción.

Las llenadoras manuales incorporan un ciclo de llenado mediante una sola pulsación y un ciclo de llenado semi-automático en donde la máquina llena ininterrumpidamente con un tiempo de espera entre llenados completamente programable.

Llenadoras Serie Eco: Llenadora lineal de una sola boquilla de un rápido ajuste entre formatos diseñada para empresas con gran variedad de productos ofreciendo una relación producción-calidad-precio muy elevada.

La facilidad del cambio de formato de esta llenadora con un mínimo de tiempo, su adaptación a cualquier tipo de envase, la íntegra manipulación del sistema por un solo operario y su espacio muy reducido han hecho de esta máquina una aliada importante en muchas líneas de producción. Las llenadoras vienen provistas de sistema de atrapa-cuellos y boquilla con sistema anti goteo incorporado. Igualmente vienen preparadas con sistema de conexión rápido lateral para la futura ampliación de la llenadora con una cerradora lineal.

Llenadora de Garrafas o Envases: Llenadoras de garrafas preparadas para llenados desde 5 litros en adelante con sistema de boquilla introductor, fijo o progresivo para la manipulación de productos espumosos con tiempos de espera y velocidades completamente programables.

Según el grado de automatización y producción requerido diseñaremos se producen llenadoras con 1-3 boquillas de llenado, pudiendo automatizar los procesos de carga de envases, transporte de envases, colocación del tapón o tapa, sistema de roscado, caminos de rodillos o mesas de acumulación.

4.3 CONCEPTOS DE AUTOMATIZACIÓN

Automatismo: Sistema que permite ejecutar una o varias acciones sin intervención manual.

Automatización: Aplicación de sistemas automáticos en la realización de un proceso.

Acciones: Actuación sobre el medio o proceso, con frecuencia son operaciones que se pueden repetir indefinidamente. Suelen ser acciones humanas susceptibles de ser sustituidas por acciones mecánicas realizadas por los órganos de trabajo.

Fuentes de Energía: Las operaciones y movimientos de los sistemas automáticos suponen un gasto energético que ha de ser aportado por un medio externo.

Suele denominarse fuente de potencia a aquélla que suministra energía a los órganos de trabajo que actúan sobre el proceso. Las funciones propias del sistema automático también necesitan de un soporte energético.

Órganos de Mando/Control: Representa el sistema que decide cuando realizar las acciones, que acciones realizar, y en su caso, el valor que han de tener algunos de los parámetros que definen una acción o tarea.

Órganos Sensoriales: Son sistemas cuya misión consiste en captar o medir determinados valores o magnitudes durante la realización del proceso. Estos órganos proporcionan información a los órganos de mando para que estos puedan dividir consecuentemente.

4.4 TÉCNICAS DE CONTROL Y MANDO

Procesos Continuos: Las magnitudes que determinan la evolución del proceso cambian de forma continua en el tiempo. Existe una similitud entre los procesos continuos y los sistemas electrónicos analógicos.

Procesos Discretos o Discontinuos: Las magnitudes que determinan la evolución del proceso cambian de forma discreta o discontinua y suelen tomar solo determinados valores. El sistema evoluciona mediante eventos. Estos procesos son también conocidos como procesos de eventos discretos. En los procesos discretos se actúa sobre objetos concretos también llamados elementos discretos.

Las magnitudes que definan la evolución del proceso son: la detección del objeto al comienzo; la detección del objeto al final y la marcha o paro de los motores. Dichas magnitudes solo pueden tomar dos valores, detectado o no detectado, en marcha o parado.

Procesos por Lotes: Son procesos discretos en los que intervienen más de un elemento o pieza inicial para ser transformados en un solo producto.

Regulación Automática: Mecanismos que permiten actuar durante un proceso continuo con el fin de que las magnitudes alcancen un valor determinado. Cuando este valor se mantiene constante en el tiempo se dice que se está ante un

problema de regulación. Cuando este valor varía en el tiempo se dice que se está ante un problema de servomecanismo.

Mando de un sistema de Automatización, Control Secuencial: El concepto de Automatización industrial suele aplicarse al control de procesos discretos. Los órganos de mando reciben información discreta del proceso y proporcionan órdenes discretas sobre los órganos de trabajo.

Los sistemas de mando adquieren una estructura secuencial cuando el el proceso se divide en una serie de estados o estadios, cuando cada estado se activa y desactiva de forma secuencial y cuando cada estado activo tiene asociada una serie de acciones.

En múltiples ocasiones, en el control de un proceso se ven involucradas magnitudes de naturaleza continua y magnitudes de naturaleza discreta.

En estos casos es necesario aplicar estrategias tanto secuenciales como de regulación. Es lo que se denomina control híbrido.

Control en Bucle Abierto: Los órganos de mando o control actúan sobre el proceso de acuerdo a unos objetivos previamente establecidos. No existe transmisión de información desde el proceso a los órganos de mando.

Control en Bucle Cerrado: Los sistemas de mando consideran la información recibida del proceso para modificar en función de ellas la acción a realizar.

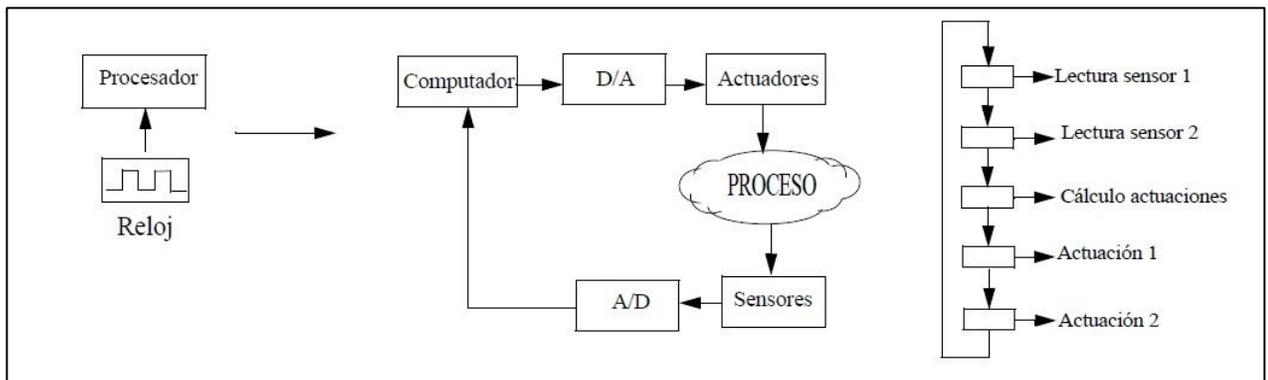
Control Secuencial Asíncrono: La transición de estado se produce únicamente debido a los cambios en las variables del proceso

Control Secuencial Síncrono: Las transiciones en las variables y en los estados se producen de forma sincronizada mediante pulsos de un reloj de frecuencia fija.

4.5 AUTOMATIZACIÓN MEDIANTE MICROPROCESADOR

El microprocesador permite la ejecución de un programa que se ejecuta de forma secuencial, esta secuencia se realiza de forma cíclica ejecutando lo que se denomina bucle de control (Ver *Figura 3*). La ejecución del bucle está sincronizada por el reloj del sistema, esta estructura permite la implantación de sistemas de mando secuenciales.

Figura 3. Control mediante Microprocesador.



Fuente. *Introducción a la Automatización 1. Dpto. de Ingeniería Electrónica, de Sistemas Informáticos y Automática. Universidad de Huelva™.*

4.6 AUTOMATIZACIÓN: SISTEMAS PLC

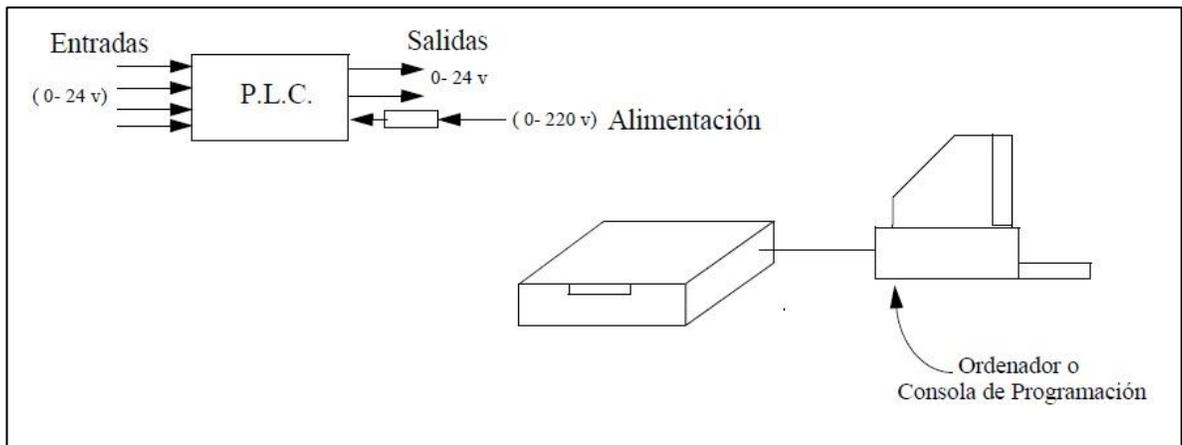
El PLC es un dispositivo de estado sólido, diseñado para controlar procesos secuenciales (una etapa después de la otra) que se ejecutan en un ambiente industrial. Es decir, que van asociados a la maquinaria que desarrolla procesos de producción y controlan su trabajo (Ver *Figura 4*). El PLC es un sistema que contiene todo lo necesario para operar, y es industrial, por tener todos los registros necesarios para operar en los ambientes hostiles que se encuentran en la industria.

Un sistema PLC realiza las siguientes funciones:

- Recoger datos de las fuentes de entrada a través de las fuentes digitales y analógicas.
- Tomar decisiones en base a criterios pre-programados.
- Almacenar datos en la memoria.
- Generar ciclos de tiempo.
- Realizar cálculos matemáticos.
- Actuar sobre los dispositivos externos mediante las salidas analógicas y digitales.
- Comunicarse con otros sistemas externos.

Los PLC se distinguen de otros controladores automáticos, ya que pueden ser programados para controlar cualquier tipo de máquina, a diferencia de otros controladores (como por ejemplo un programador o control de la llama de una caldera) que, solamente, pueden controlar un tipo específico de aparato. Además de poder ser programados, son automáticos, es decir son aparatos que comparan las señales emitidas por la máquina controlada y toman decisiones en base a las instrucciones programadas, para mantener estable la operación de dicha máquina.

Figura 4. Sistemas PLC

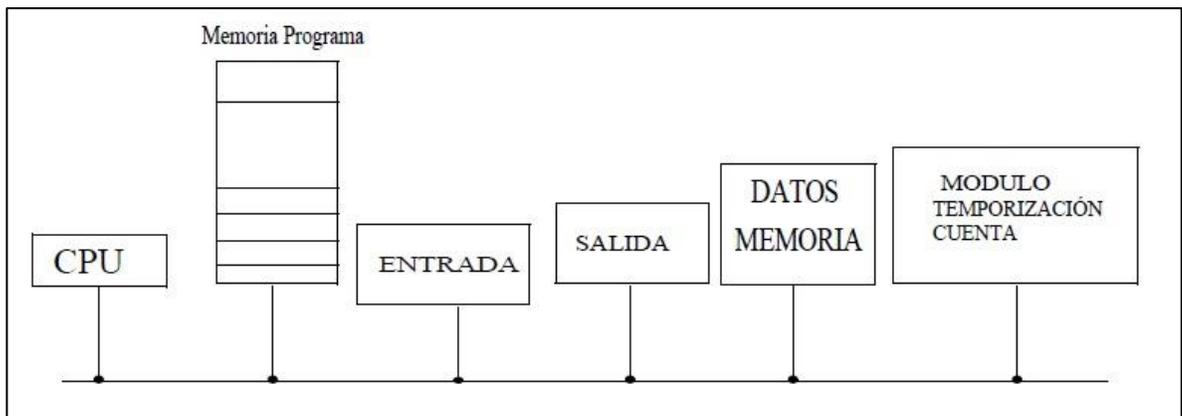


Fuente. *Introducción a la Automatización 1. Dpto. de Ingeniería Electrónica, de Sistemas Informáticos y Automática. Universidad de Huelva™.*

Funcionamiento de sistemas PLC: El procesador una vez puesto en marcha realiza una serie de tareas (Ver Figura 5):

- Al encender el procesador ejecuta un auto-chequeo de encendido y bloquea las salidas. A continuación, si el chequeo ha resultado correcto, el PLC entra en el modo de operación normal.
- El siguiente paso lee el estado de las entradas y las almacena en una zona de la memoria que se llama tabla de imagen.
- En base a su programa de control, el PLC actualiza una zona de la memoria llamada tabla de imagen de salida.
- A continuación el procesador actualiza el estado de las salidas "copiando" hacia los módulos de salida el estado de la tabla de imagen de salidas (de este modo se controla el estado de los módulos de salida del PLC, relay, triacs, etc.).
- Cada ciclo de ejecución se llama ciclo de barrido (scan), el cual normalmente se divide en verificación de las entradas y salidas y ejecución del programa

Figura 5. Funcionamiento de sistemas PLC



Fuente. *Introducción a la Automatización 1. Dpto. de Ingeniería Electrónica, de Sistemas Informáticos y Automática. Universidad de Huelva™.*

Adicionalmente el PLC en cada ciclo del programa, efectúa un chequeo del funcionamiento del sistema reportando el resultado en la memoria, que puede ser comprobada por el programa del usuario.

El PLC guarda los estados de las entradas y salidas en memoria: se puede indicar al PLC el estado que se desea que presente las salidas o las variables internas, en el caso de que se produzca un fallo o una falta de energía en el equipo. Esta funcionalidad es esencial cuando se quieren proteger los datos de salida del proceso.

Los sistemas PLC tiene capacidad modular, gracias a la utilización de microprocesadores lo cual puede expandir los sistemas PLC usando módulos de expansión, en función de lo que se requiera en cuanto al crecimiento del sistema. Puede expandirse a través de entradas y salidas digitales, análogas, etc., así como también con unidades remotas y de comunicación.

4.7 SISTEMAS NEUMÁTICOS

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 devolverá la energía acumulada cuando se le permita expandirse, según la los gases ideales.

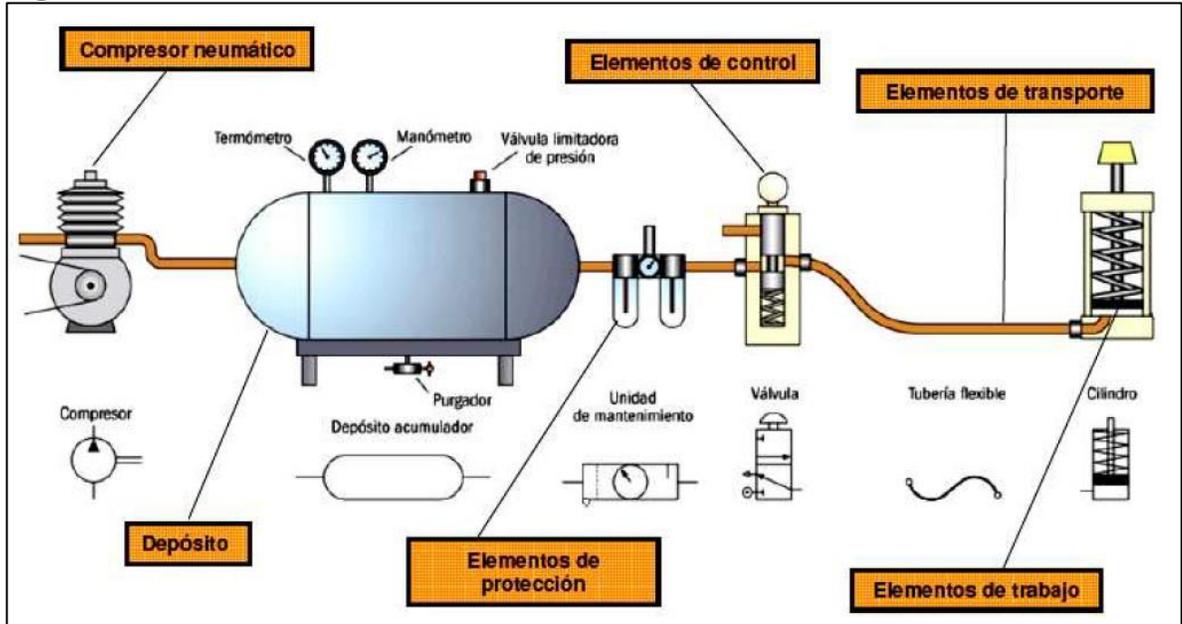
El aire comprimido, por el hecho de comprimirse, comprime también todas las impurezas que contiene, tales como polvo, hollín, suciedad, hidrocarburos,

gérmenes y vapor de agua. A estas impurezas se suman las partículas que provienen del propio compresor, tales como polvo de abrasión por desgaste, aceites y aerosoles y los residuos y depósitos de la red de tuberías, tales como óxido, residuos de soldadura, y las sustancias hermetizantes que pueden producirse durante el montaje de las tuberías y accesorios.

En neumática es necesario emplear circuitos neumáticos para aprovechar la energía del aire comprimido. Todo circuito neumático está compuesto por una serie de elementos básicos (Ver Figura 6):

- El compresor, es el dispositivo que comprime el aire de la atmósfera hasta que alcanza la presión de funcionamiento de la instalación.
- El acumulador, es un tanque o depósito donde se almacena el aire para su posterior utilización.
- Dispositivos de mantenimiento que se encargan de acondicionar al aire comprimido, protegiendo el circuito para que la instalación neumática pueda funcionar sin averías durante mucho tiempo.
- Las tuberías y los conductos, a través de los que se canaliza el aire para que llegue a los distintos elementos del circuito.
- Los elementos de mando y control, son válvulas que se encargan de controlar el funcionamiento del circuito neumático, permitiendo, interrumpiendo o desviando el paso del aire comprimido según las condiciones de funcionamiento del circuito.
- Los actuadores, como cilindros y motores neumáticos, que son los encargados de utilizar el aire comprimido, transformando la presión del aire en trabajo útil.

Figura 6. Elementos de un circuito neumático



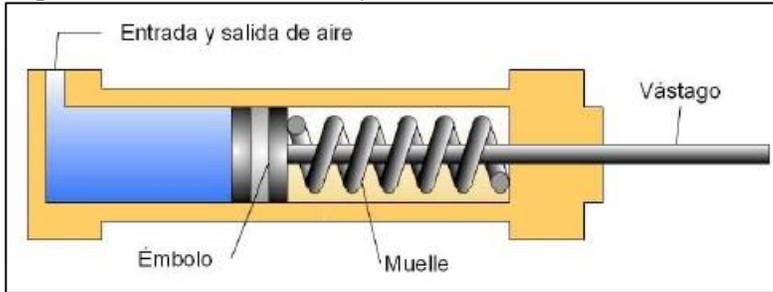
Fuente. Neumática: El Poder del Aire. Ingeniería Mecánica. Atlantic International University.

4.8 ACTUADORES NEUMÁTICOS

Los actuadores neumáticos son los elementos del circuito neumático que utilizan la energía del aire comprimido para desarrollar algún trabajo útil (fuerzas o desplazamientos). Los actuadores neumáticos más comunes son los cilindros neumáticos. Estos transforman la energía potencial del aire comprimido (presión) en energía mecánica lineal (movimientos de avance y retroceso), están compuestos por un tubo cilíndrico hueco. La presión del aire comprimido introducido en el interior del cilindro desplaza un émbolo móvil, que está conectado a un eje (vástago).

Cilindros de Simple Efecto: Son cilindros que presentan una única entrada de aire comprimido. Cuando el aire comprimido entra en la cámara del cilindro empuja al émbolo, haciendo que el vástago se desplace realizando una fuerza de empuje. Gracias a la acción de un muelle, el retorno del émbolo es inmediato cuando se deja de inyectar aire en el cilindro (Ver Figura 7)

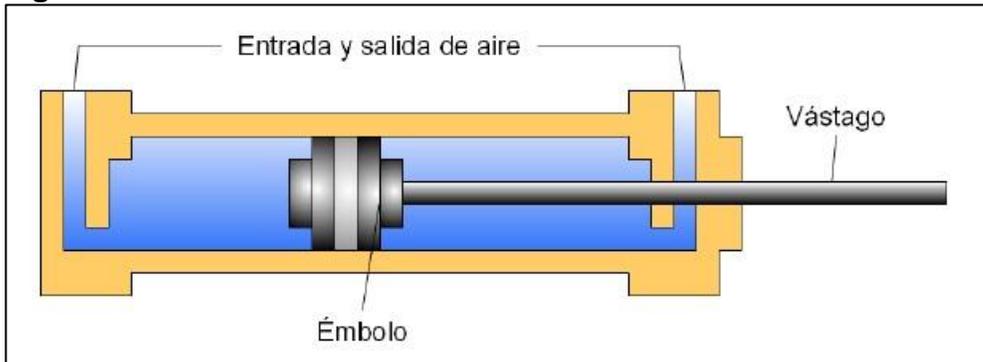
Figura 7. Cilindro de Simple Efecto.



Fuente. *Neumática: El Poder del Aire. Ingeniería Mecánica. Atlantic International University.*

Cilindros de Doble Efecto: Estos cilindros presentan dos entradas de aire comprimido, que hacen que el émbolo pueda ser empujado por el aire en los dos sentidos (avance y retroceso).

Figura 8. Cilindro de Doble Efecto.



Fuente. *Neumática: El Poder del Aire. Ingeniería Mecánica. Atlantic International University.*

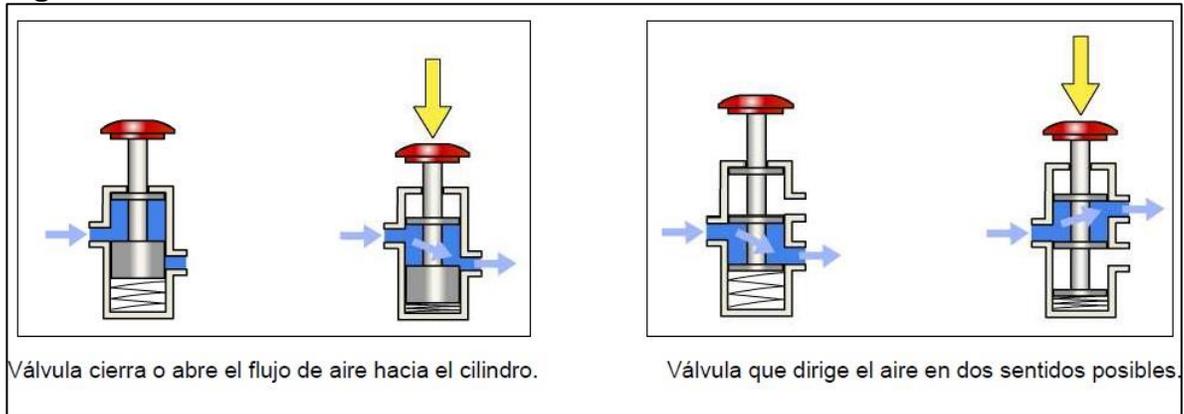
4.9 CONTROL DE AIRE COMPRIMIDO.

Las válvulas son dispositivos que controlan el paso del aire comprimido, se encargan del funcionamiento de un circuito neumático (abrir o cerrar el circuito, dirigir el aire por diferentes conductos, ajustar presiones, etc.).

Las válvulas distribuidoras permiten activar o parar un circuito neumático. Su función es dirigir adecuadamente el aire comprimido para que tenga lugar el

avance y el retroceso de los cilindros. Por tanto, las válvulas se pueden ver como los interruptores o conmutadores de los circuitos neumáticos. (Ver figura 9)

Figura 9. Válvulas Distribuidoras



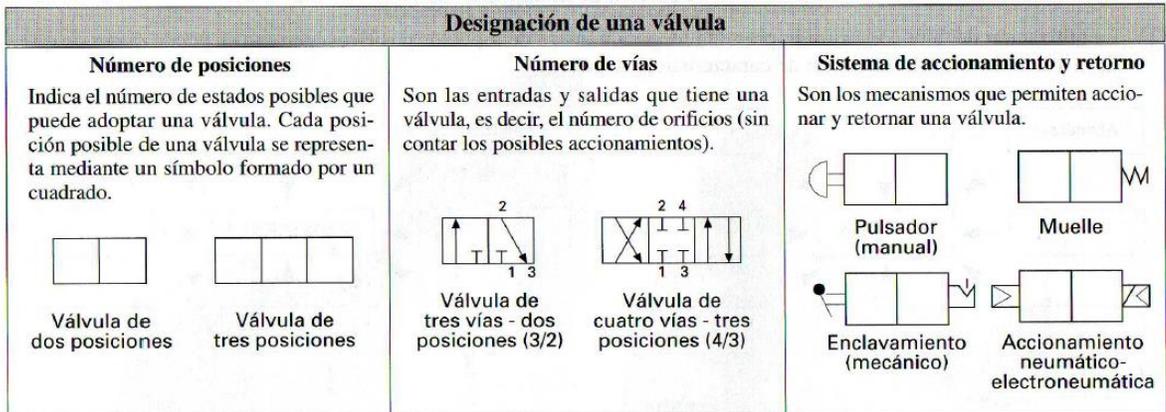
Fuente. *Neumática: El Poder del Aire. Ingeniería Mecánica. Atlantic International University.*

Parámetros de una válvula.

- **Vías y posiciones:** Las válvulas se nombran por el número de vías (orificios de entrada y salida) y por el número de posiciones (estados que puede adoptar, o movimientos que puede realizar).
- **Accionamiento de la válvula:** Un parámetro importante de las válvulas es cómo se accionan: la activación puede ser manual (por pulsador, por pedal, etc.), mecánica (por leva, por final de carrera, etc.), neumática (mediante aire comprimido), o eléctrica (mediante una señal eléctrica que activa un electroimán o un relé).
- **Retorno de la válvula:** Otra característica fundamental es la forma cómo una válvula vuelve a su posición inicial tras la activación. El retorno suele ser por muelle, pero también hay retornos neumático, eléctricos, etc.

Simbología de una Válvula: Para representar una válvula se utilizan símbolos. Los símbolos muestran el funcionamiento de la válvula, pero no sus detalles constructivos internos. Cada posición de la válvula se representa con un cuadrado. Las vías de la válvula se representan por pequeñas líneas en la parte exterior de uno de los cuadrados. Dentro de cada cuadrado se representan las conexiones internas entre las distintas vías o tuberías de la válvula, y el sentido de circulación del fluido se representa por flechas. En los extremos de los rectángulos se representa el accionamiento y el retorno de la válvula. (Ver Figura 10)

Figura 10. Designación de una Válvula



Fuente. *Neumática: El Poder del Aire. Ingeniería Mecánica. Atlantic International University.*

5. METODOLOGÍA.

Partiendo de la necesidad de aumentar la capacidad productiva en el envasado de crema lavaplatos, debido a la gran demanda de producto, se le sugiere a Industrias Jocali Ltda una llenadora de crema. Se inicia con una valoración y un estudio técnico para analizar la viabilidad de este proyecto y dimensionar el impacto productivo del mismo.

El estudio basado en mediciones, cálculos y reubicación de algunos elementos permite concluir que por diseño y espacio de la máquina se puede construir una tolva de llenado de mayor capacidad, pasando de 100 Kg de producto a 400 Kg lo que representa un aumento del 300%. Esto conlleva que para poder evacuar el producto de la tolva se tendrá que acondicionar 3 boquillas de suministro más y pasar de 6und/min con una sola boquilla a 24und/min. Las directivas de la compañía sugieren que la ejecución de este proyecto sea a corto plazo debido a la viabilidad del mismo.

5.1 RECURSOS HUMANOS

El personal involucrado en el proyecto requiere del apoyo del departamento productivo y de mantenimiento Industrias Jocali Ltda así:

Director de Planta: Ingeniero químico con formación académica en diseño de plantas automatizadas industriales en Canadá y Norte América

Jefe de mantenimiento: Persona con más de 20 años de experiencia en el campo de industrial metalmecánico.

Auxiliar de mantenimiento: Tecnólogo eléctrico con más de 25 años de experiencia en el campo electromecánico.

5.2 RECURSOS INSTITUCIONALES

Para la realización del proyecto Industrias Jocali Ltda facilitará toda la infraestructura y recursos disponibles para la ejecución del mismo.

Para la realización de este proyecto se estiman los siguientes elementos:

Tolva en acero inoxidable 304 calibre 12. El doblado y soldadura de la tolva se contrata con empresas especializadas y certificadas.

- Cilindros de doble efecto para la apertura de las compuertas de las boquillas de llenado (4und).
- Cilindros de doble efecto para la expulsión de los envases de crema lavaplatos (4und).
- Electroválvula 5/2 reacción a resorte (8und)

- Controlador PLC
- Conexiones instantáneas para aire comprimido 8mm OD
- Manguera sinflex 8mm.
- Sensores inductivos.
- Finales de carrera.
- El compresor y las líneas de aire serán las mismas que se están usando actualmente, no requieren ninguna modificación.

5.3 RECURSOS FINANCIEROS

Este proyecto requiere de inversión y recursos para la adquisición de nuevos elementos y materiales para su ejecución, los cuales serán suministrados por la compañía Industrias Jocali Ltda. El valor del proyecto tiene un costo estimado de seis millones quinientos mil pesos (\$6.500.000). En caso de que el presupuesto estimado se incremente la compañía asumirá el costo del mismo dado que el proyecto tendrá un impacto altamente significativo en la productividad. Las cotizaciones y presupuestos fueron aprobadas previo estudio del departamento de compras, mantenimiento, producción y la gerencia de compañía.

6. RESULTADOS DEL PROYECTO Y DISEÑO TECNICO

6.1 PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN

El procedimiento de operación de la máquina llenadora inicia con el proceso de fabricación de la crema lavaplatos: se mezcla los componentes y se mezclan de manera constante durante 20 minutos en la **concretadora**.

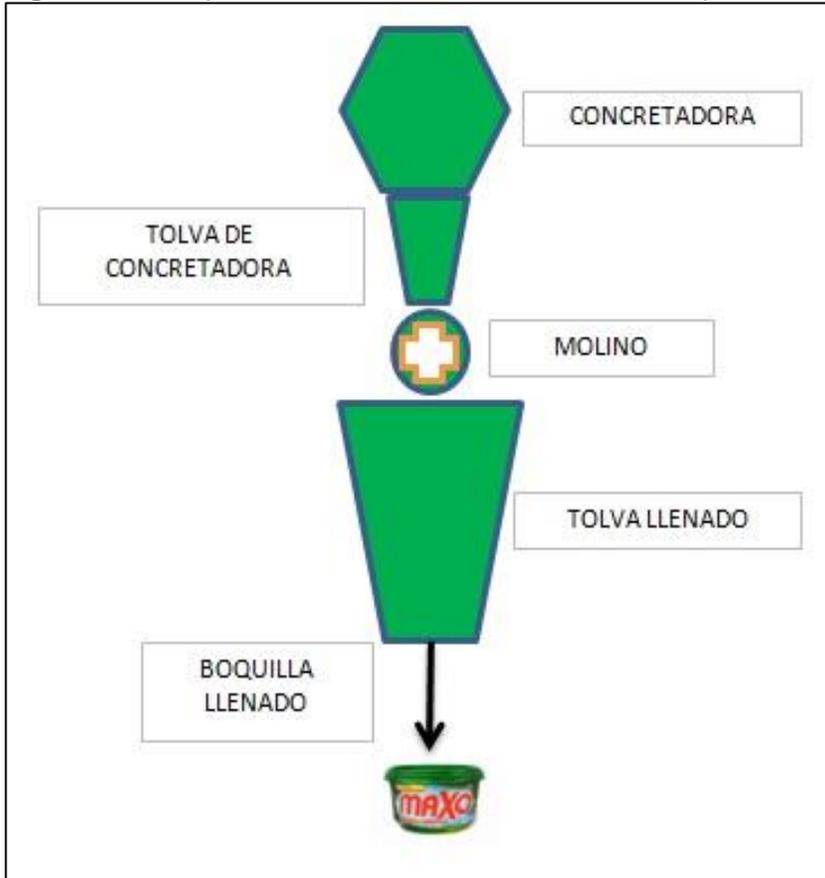
El granel se deposita en la **tolva de concretadora**; éste se pasa por el **molino** que homogeniza y reduce el tamaño de partícula de la mezcla resultante en la fabricación.

La mezcla luego de pasar por el molino se deposita en la **tolva de llenado** e inicia el proceso de llenado de la crema lavaplatos. Para esto es necesario ajustar la presentación del envase de la crema lavaplatos y se debe graduar el pistón, accionar el pedal que funciona con aire comprimido.

El pedal da la orden a un pistón de doble efecto para que se accione y le de salida a la crema lavaplatos por medio de la **boquilla**.

El producto envasado se procede a tapar de manera manual, se realiza el control de peso y se coloca en la banda transportadora; ésta conduce al producto a la máquina loteadora y posteriormente llega a una mesa acumuladora; en ésta llega el producto terminado para empaque en caja corrugada de acuerdo a su respectiva unidad empaque. En este punto el operario realiza una inspección final al producto. (Ver Figura 11)

Figura 11. Esquema de funcionamiento de la Máquina Llenadora por Boquilla

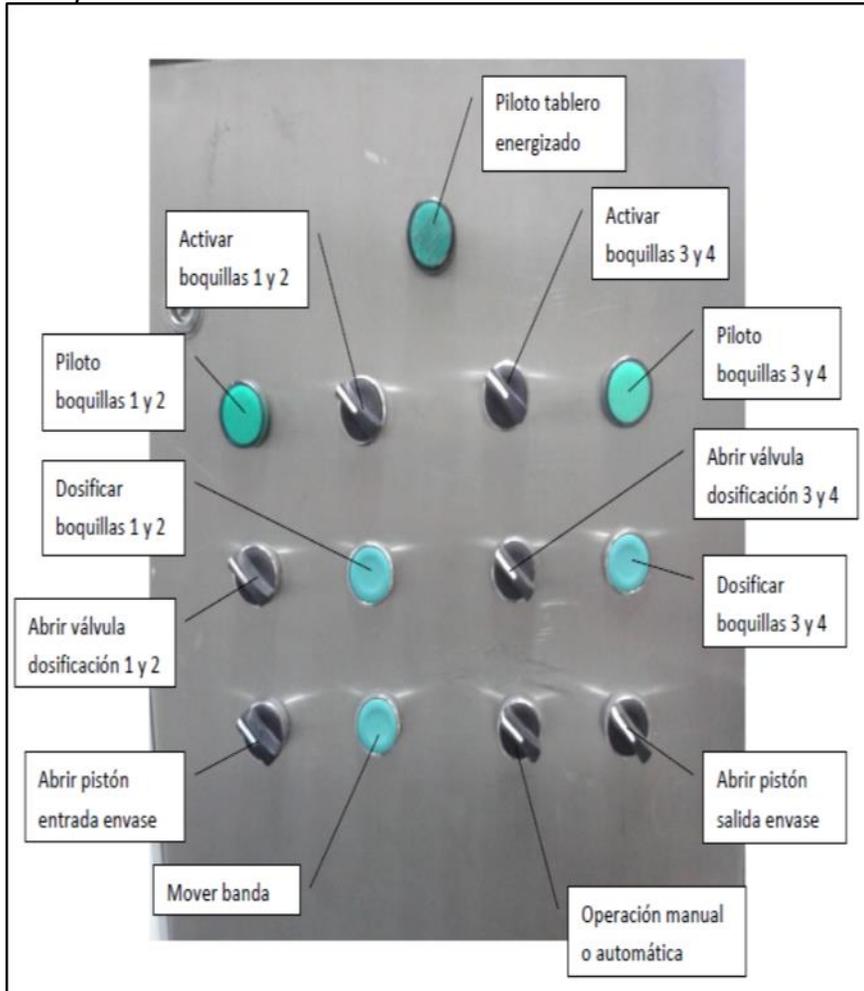


Fuente. Elaborado: Mendoza, Juan Esteban y Monsalve, Edwin

6.2 FUNCIONAMIENTO DE LA MAQUINA

Para iniciar la operación de la máquina se debe abrir el aire que hace que actúen los pistones neumáticos y se gradúa la presión en 6 bares. Hay un interruptor que permite la selección de la operación manual o automática. A continuación se describen el funcionamiento en cada selección (Ver Figura 12)

Figura 12. *Ubicación de los Pulsadores y Suiches Máquina Llenadora de Crema Lavaplatos*



Fuente. *Elaborado: Mendoza, Juan Esteban y Monsalve, Edwin*

Operación Manual: En el frente del tablero se tiene pulsadores y para realizar los movimientos manuales de la máquina. Se tiene dos interruptores para seleccionar con que boquillas trabajar, uno para las boquillas 1 y 2 y otro para las boquillas 3 y 4, hay un piloto a cada lado de estos interruptores que indican que están seleccionadas las boquillas. Para realizar operaciones manuales y automáticas es necesario que estén seleccionadas las boquillas correspondientes.

Para cada grupo de boquillas 1 y 2 o 3 y 4, se pueden abrir la válvula de dosificación, dosificar y cargar manualmente, se tiene pulsadores e interruptores independientes para cada grupo. Para poder dosificar es necesario primero abrir las válvulas de dosificación de las boquillas deseadas, hay un micro-interruptor en

la válvula que indica que está abierta si no está actuado este el control no da la orden de dosificar. También hay un interruptor para abrir el pistón de entrada del envase y hay otro para el pistón de la salida del envase. Hay un pulsador para activar la banda transportadora.

Operación Automática: Para trabajar en operación automática, se debe seleccionar primero con que boquillas trabajar, se debe ajustar la posición de los sensores de entrada y salida del envase y además la posición de los pistones de entrada y salida del envase. Se debe ajustar la cantidad de envases a trabajar en el logo, como así también los tiempos: de entrada del envase, de dosificado, de cierre de válvula de dosificación, de reinicio ciclo.

Las variables que se especifican en la programación PLC de la máquina llenadora

- B018: Numero de envases de entrada.
- B038: Tiempo de entrada de envase.
- B023: Tiempo de dosificación.
- B041: Tiempo de cerrado de válvula.
- B034: Numero de envases de salida.
- B043: Tiempo pausa reinicio ciclo.

Al poner el interruptor en operación automática, se abre el pistón de entrada del envase y se activa la banda, cuando se cuenta el número de envases puesto en B018 se cierra el pistón de entrada de envase y la banda continua encendida hasta que se termine el tiempo B038. Al terminar este tiempo se abre la válvula de dosificación, cuando termina de abrir se activa el microsuiche y se inicia la dosificación el tiempo definido en B023, al terminar este tiempo se cierre la válvula de dosificación y pasado el tiempo B041 se carga el pistón con producto para una nueva dosificación. Al terminar el tiempo B041 se abre el pistón de salida del envase y la banda, el sensor de salida cuenta el número de envases definidos en B034 (este debe ser igual a la cantidad de envases de entrada $B018 = B034$), se cierra el pistón de envases de salida, se cuenta el tiempo de pausa para el reinicio de un nuevo ciclo y vuelve a realizar toda operación desde el principio.

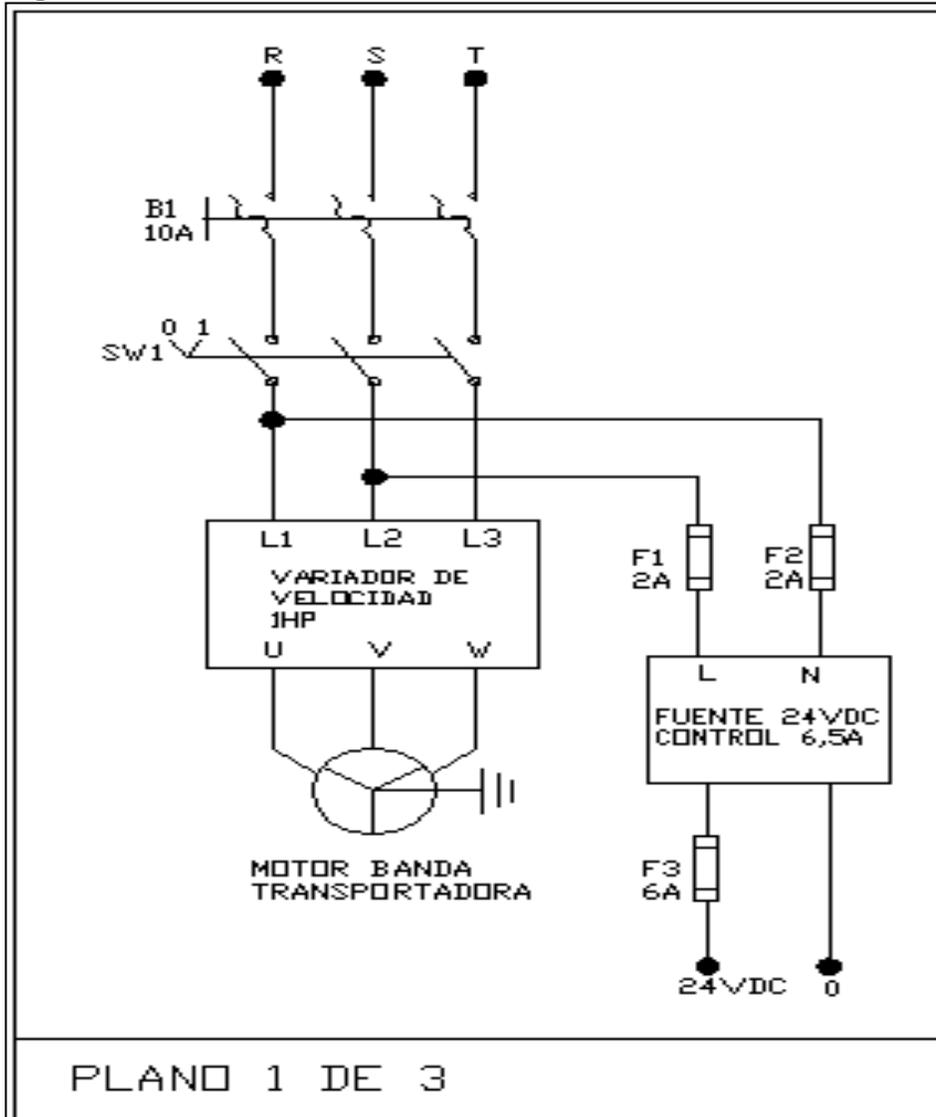
6.3 PLANOS ELÉCTRICOS

La descripción de los planos eléctricos de la máquina de llenado de crema lavaplatos incluye diversos diagramas.

El diagrama de Planos Eléctricos “Plano 1 de 3” tiene una alimentación trifásica y su nomenclatura internacional es RST (Ver Figura 13) con las siguientes características

- Todo circuito es protegido a través de un Brecker B1 que abre el circuito de modo inmediato.
- Un interruptor principal SW1 que abre y cierra el circuito este no protege el sistema, después la alimentación pasa a través de los fusibles F1 y F2 que alimenta la fuente de voltaje, encargada de convertir el voltaje de 110v a 24v que a su vez a través del fusible F3 lleva el voltaje de 24voltios al PLC Logo protegiendo estos de corto circuitos.
- Simultáneamente esta alimentación trifásica alimenta el variador de velocidad quien es el encargado de mover el motor de la banda transportadora.

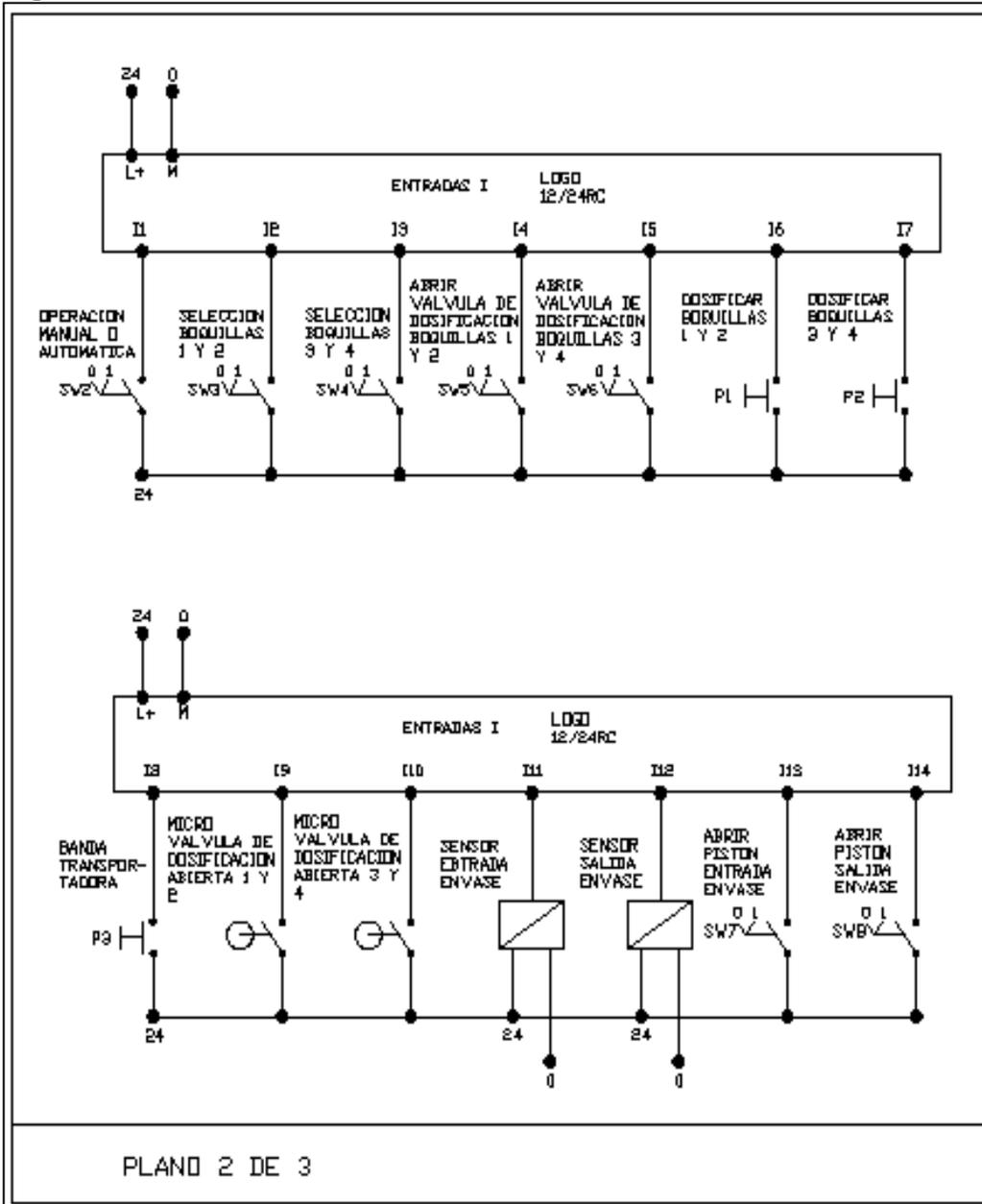
Figura 13. Planos Eléctricos Plano 1 de 3.



Fuente. Elaborado: Mendoza, Juan Esteban y Monsalve, Edwin

El diagrama de Planos Eléctricos "Plano 2 de 3" (Ver Figura 14) El interruptor 2 permite operar el sistema de modo manual o automático. Si el usuario selecciona el interruptor 3 activa las electroválvulas de las boquillas 1 y 2, pero si selecciona el interruptor 4 las electroválvulas de las boquillas 3 y 4 se activan. Los microsuiches (microinterruptores) y los sensores se encargan de direccionar la entrada y salida de envases. Ver Anexo A. Fotografía de PLC N°1.

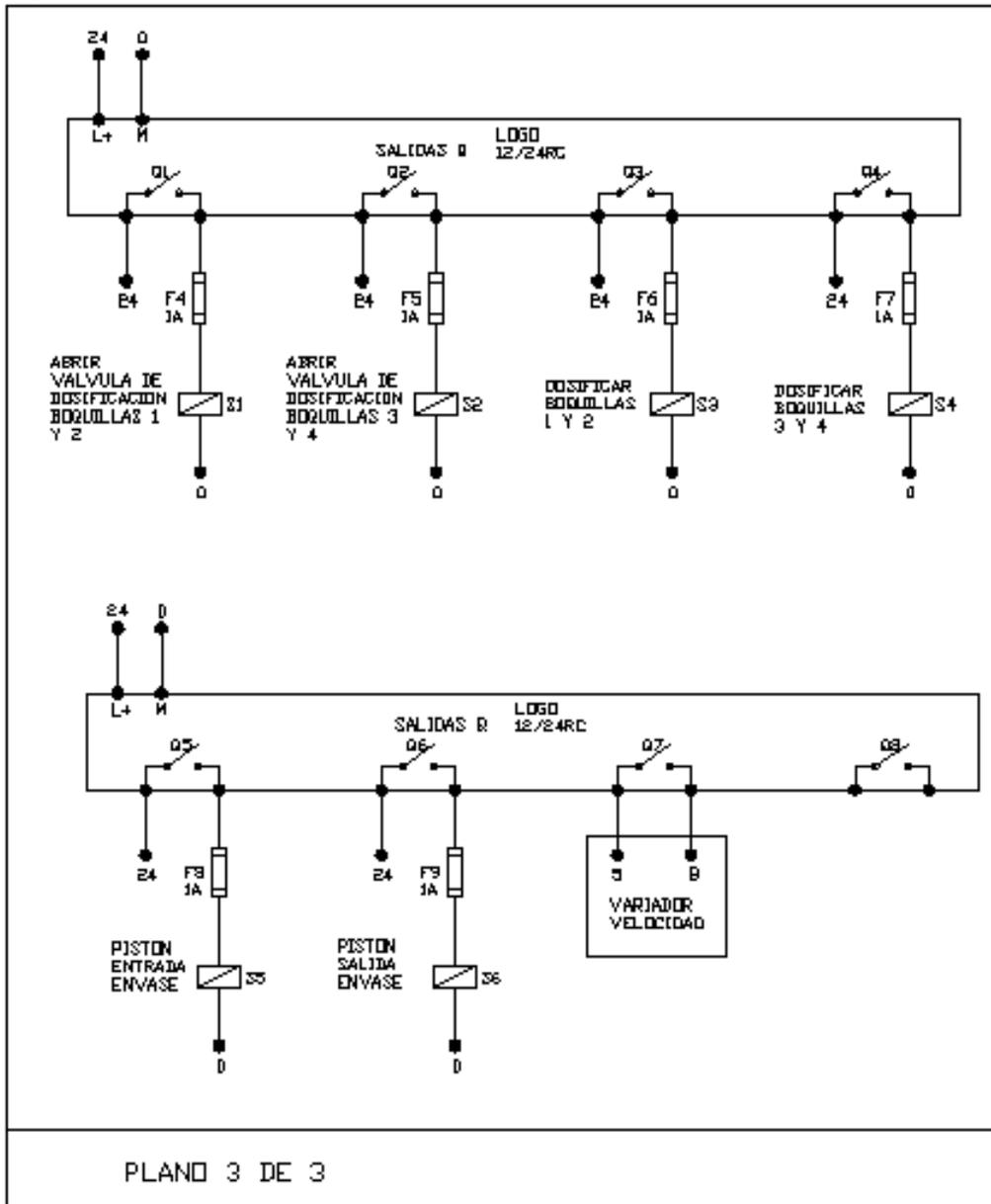
Figura 14. Planos Eléctricos Plano 2 de 3



Fuente. Elaborado: Mendoza, Juan Esteban y Monsalve, Edwin

El diagrama de Planos Eléctricos “Plano 3 de 3” (Ver Figura 15) ilustra como cada electroválvula está protegida por su respectivo fusible (F4-F5-F6-F7-F8-F9) 1A cada uno. Ver Anexo B. Fotografía de PLC N°2.

Figura 15. Planos Eléctricos Plano 3 de 3



Fuente. Elaborado: Mendoza, Juan Esteban y Monsalve, Edwin

Variador de Velocidad Siemens: Encargado de controlar la velocidad giratoria del motor de la banda transportadora. También es conocido como Accionamiento de Velocidad Variable (ASD, por sus siglas en inglés Adjustable-Speed Drive).

La maquinaria industrial generalmente es accionada a través de motores eléctricos, a velocidades constantes o variables, pero con valores precisos.

Para lograr regular la velocidad de los motores, se emplea un controlador especial que recibe el nombre de variador de velocidad. Los variadores de velocidad se emplean en una amplia gama de aplicaciones industriales, como en ventiladores y equipo de aire acondicionado, equipo de bombeo, bandas y transportadores industriales, elevadores, llenadoras, tornos y fresadoras, entre otros.

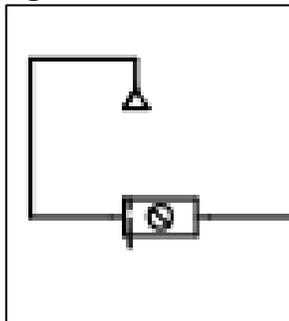
Un variador de velocidad puede consistir en la combinación de un motor eléctrico y el controlador que se emplea para regular la velocidad del mismo.

6.4 PLANOS NEUMÁTICOS

Se pretende automatizar una máquina para dosificado de crema lavaplatos, paso a paso se dará explicación detallada de su funcionamiento, el programa de lógica cableada utilizado para este control, fácilmente puede ser cargado en lenguaje LADDER a un PLC, para disminución del cableado. Ver Anexo C. Planos Neumáticos y Eléctricos de Control y Potencia.

Inicialmente se posee la fuente de aire comprimido, seguido de la unidad de mantenimiento, esta es graduable a la presión que se desee, (presión de trabajo máxima, 6 bares). (Ver Figura 16)

Figura 16. Planos Neumáticos.

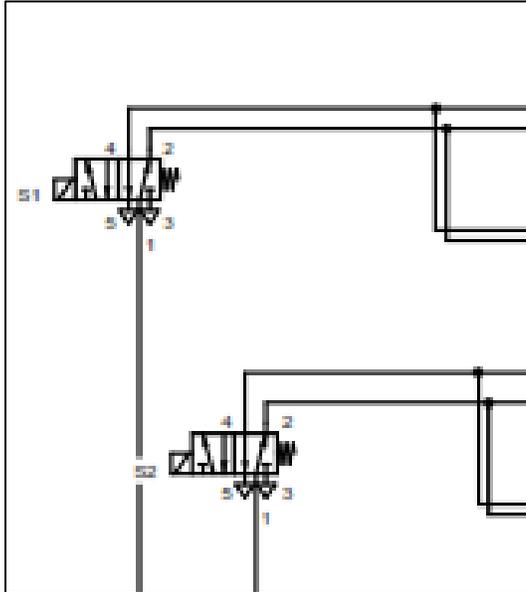


Fuente. Elaborado: Mendoza, Juan Esteban y Monsalve, Edwin

Se procede con las Electro válvulas, que las cuales controlamos el avance o retroceso de los actuadores neumáticos que se usaran para el dosificado del jabón que baja de la tolva, y a los actuadores que se encargarán de abrir 4 válvulas netamente mecánicas, todas estas son válvulas mono estables con retorno de

muelle 5/2, dos de ellas controlan paralelamente de a dos actuadores. Estas son nombradas desde s1 hasta s6. (Ver Figura 17)

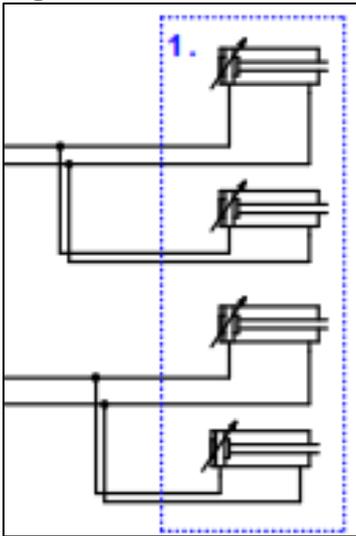
Figura 17. Planos Neumáticos.



Fuente. Elaborado: Mendoza, Juan Esteban y Monsalve, Edwin

Se poseen 8 actuadores, 4 de estos dosifican el fluido, estos poseen vástago con carrera regulable, son doble efecto y hacen la función de jeringa para “inyectar” el jabón. (Ver figura 18).

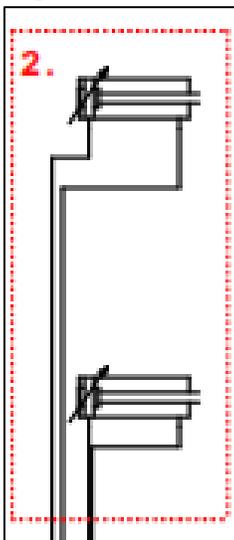
Figura 18. Planos Neumáticos.



Fuente. Elaborado: Mendoza, Juan Esteban y Monsalve, Edwin

Otros dos actuadores de doble efecto son de carrera común y corriente, cumplen la función de abrir cada uno, de a dos válvulas mecánicas simultáneamente con el accionamiento de los 4 cilindros dosificadores. (Ver Figura 19)

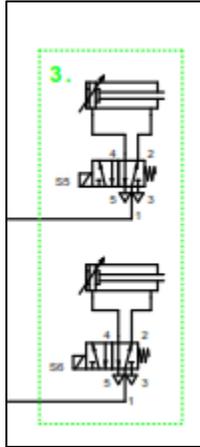
Figura 19. Planos Neumáticos.



Fuente. Elaborado: Mendoza, Juan Esteban y Monsalve, Edwin

Los otros dos actuadores que faltaban por mencionar, son dos “topes” que están ubicados a la entrada y salida de la banda para el material de envase vacío y lleno. (Ver figura 20)

Figura 20. Planos Neumáticos.

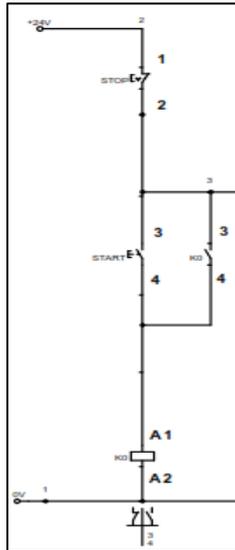


Fuente. Elaborado: Mendoza, Juan Esteban y Monsalve, Edwin

6.5 PLANOS ELÉCTRICOS (CONTROL)

En la primera línea se ubica a la entrada de voltaje un paro de emergencia (o general del proceso), seguido del Start, que se encargara de energizar las bobinas de un relé “K0” del cual se utilizaron dos contactos abiertos, uno para su propia retención, y el otro para el siguiente paso. (Ver Figura 21)

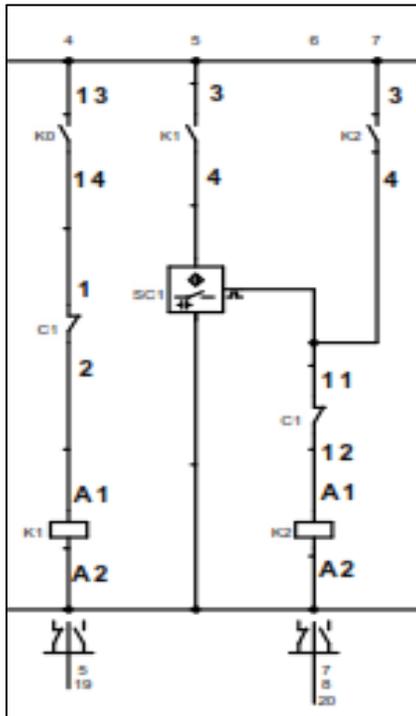
Figura 21. Planos Eléctricos (Control).



Fuente. Elaborado: Mendoza, Juan Esteban y Monsalve, Edwin

Este nos funcionara como una “memoria primaria”, para el ciclo automático o continuo. Si se continúa con la lógica entonces sería: Se viene del relé “**k0**” activo un relé “**K1**”, y lo desactiva un contador (Contacto cerrado “**c1**” 1 – 2). Se viene de “**k1**”, y se da el sensor capacitivo 1 “**sc1**” (entrada de cocas vacías), activo un relé “**k2**”, y retengo su señal (contacto abierto de “**k2**”: 3 – 4), y a su vez lo desactivara un segundo contacto cerrado del contador (contacto cerrado “**c1**”: 11 – 12). (Ver Figura 22).

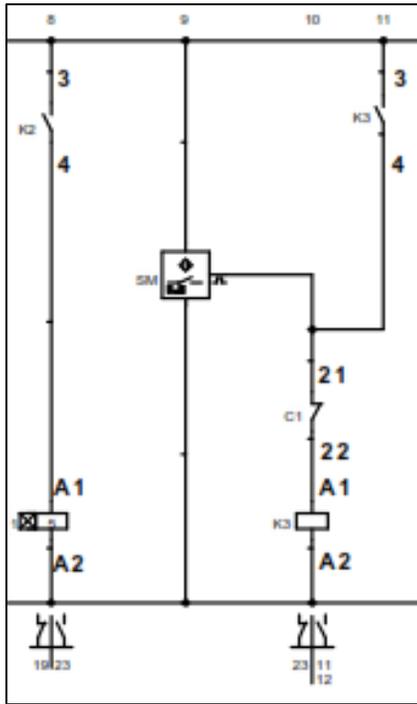
Figura 22. Planos Eléctricos (Control).



Fuente. Elaborado: Mendoza, Juan Esteban y Monsalve, Edwin

Luego de haber energizado las bobinas del relé “k2” y haber retenido su señal, prosigue: Se viene de “k2”, activo un temporizador 1 “t1”, con 5 segundos, que es lo que aproximadamente tardaría un operario promedio en poner las 4 cocas vacías, este temporizador accionará los 6 actuadores responsables de la dosificación, y hay uno de estos que posee un fin de carrera magnético, en uno de los cilindros que abren las válvulas mecánicas. (Ver figura 23)

Figura 23. Planos Eléctricos (Control).

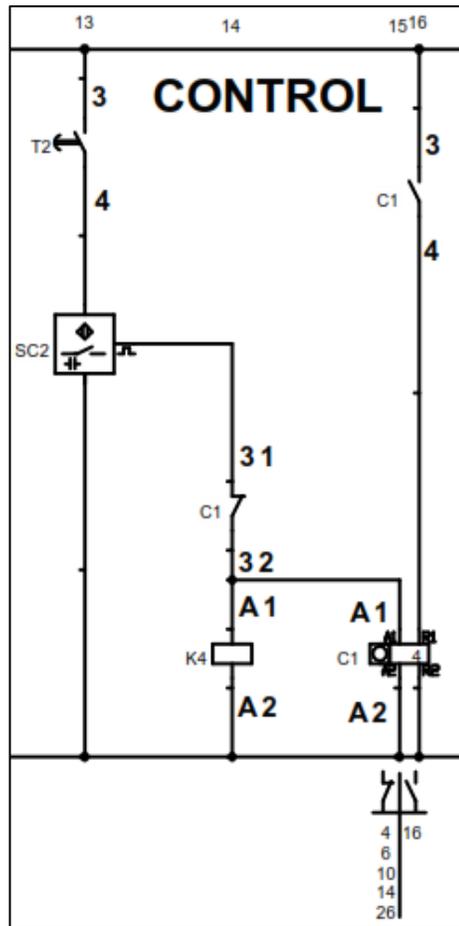


Fuente. Elaborado: Mendoza, Juan Esteban y Monsalve, Edwin

El sensor que se ve seguido, es el sensor magnético, este al censar el imán del actuador dará la señal de que ya dosificó, para ello: se activa un relé “**k3**” y se retiene inmediatamente su señal (contacto abierto “**k1**” 3 – 4), y se debe desactivar con un contacto cerrado del contador (contacto cerrado “**c1**”: 21 – 22). Después de esto, si se activa un relé “**k3**”, se encenderá un temporizador 2 “**t2**”, este es con el fin de resetear el motor de la banda con un pequeño retardo, evitando derrames.

Si se da el temporizador “**t2**”, se habilita vía por la cual se energiza el sensor capacitivo 2 “**sc2**” (este es el que va ubicado a la salida de las cocas llenas), este lleva sus señales a un contador, que logrará resetear el actuador de entrada de las cocas y garantizando que las cocas vacías no toparan con las llenas. Este “**t1**” tiene una bobina para energizar y un punto de reset para volver a su valor inicial. (Ver Figura 24)

Figura 24. Planos Eléctricos (Control).

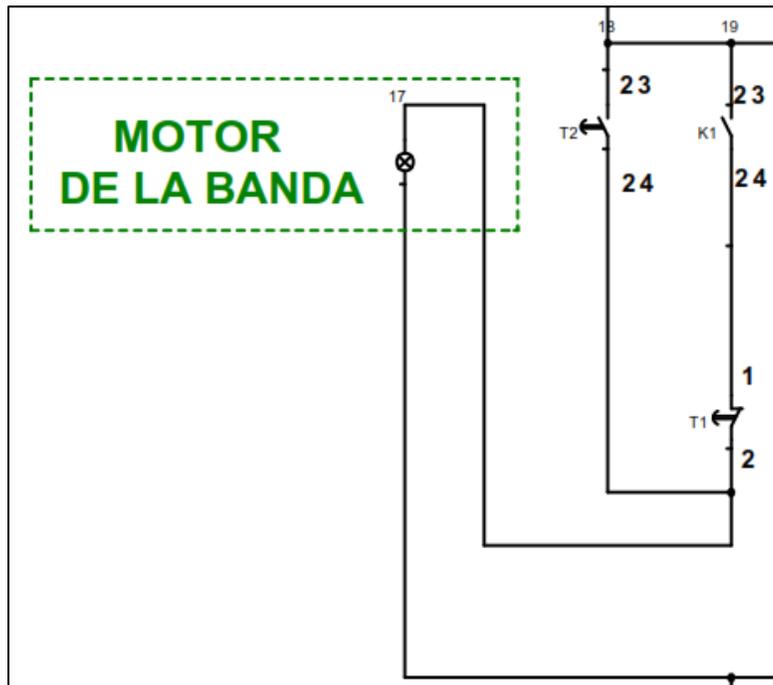


Fuente. Elaborado: Mendoza, Juan Esteban y Monsalve, Edwin

6.6 PLANOS ELÉCTRICOS (POTENCIA)

En estas líneas de la potencia, se puede ver que el “motor” simulado con un indicador luminoso, se activará al energizarse “k1”, y a su vez lo desactiva el “t1” que es el tiempo en que se debería haber colocado las 4 cocas vacías. Y a su vez al terminar su conteo el temporizador 2 “t2” se activará. (Ver Figura 25)

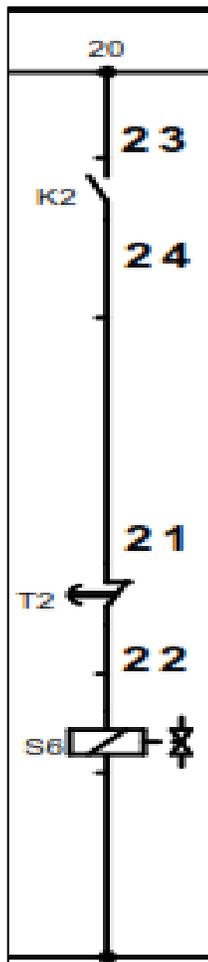
Figura 25. Planos Eléctricos (Potencia).



Fuente. Elaborado: Mendoza, Juan Esteban y Monsalve, Edwin

Se continua con la siguiente línea, en esta se pretende activar el tope de las cocas que saldrian llenas, para ello se usa un contacto abierto **23 – 24** de “**k2**” y se desactivará con el conteo del “**t2**”. (Ver Figura 26)

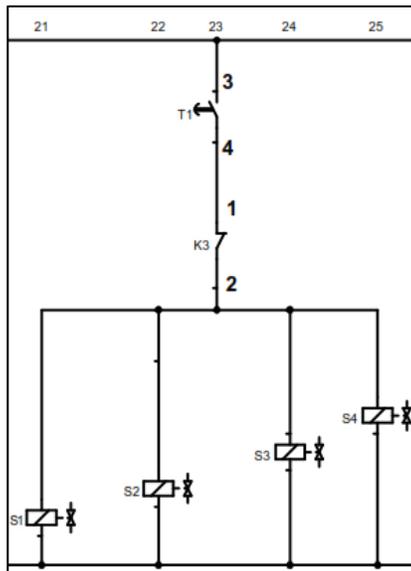
Figura 26. Planos Eléctricos (Potencia).



Fuente. Elaborado: Mendoza, Juan Esteban y Monsalve, Edwin

Esta es quizá de las partes más importantes, pues al haber terminado su conteo el "t1", activará simultáneamente todas las solenoides que van a la electroválvula, y los retrocederá un contacto cerrado de "k3" 1 - 2. (Ver Figura 27)

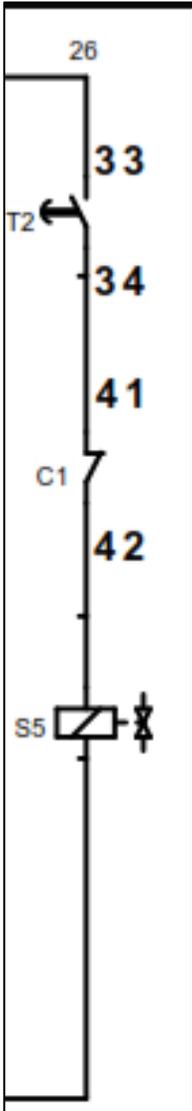
Figura 27. Planos Eléctricos (Potencia).



Fuente. Elaborado: Mendoza, Juan Esteban y Monsalve, Edwin

Seguido de esto se pregunta por 4 pulsos que se generen en otro sensor capacitivo, esto con el fin de retraer el vastago antes mencionado que impide el avance de las cocas vacías, al pasar 4 llenas retraera su vastago, debe llevar un contacto abierto de “t2”, el cual no dejara que este sensor “sense” hasta no darse la condicion de este tiempo. Se desactiva con otro contacto derrado de “c1”, quedando unicamente energizado “k0” y asi dando un ciclo infinito. (Ver Figura 28)

Figura 28. Planos Eléctricos (Potencia).



Fuente. Elaborado: Mendoza, Juan Esteban y Monsalve, Edwin

7. CONCLUSIONES

Con el rediseño de la m se logra incrementar la productividad de la planta de crema lavaplatos en un 300% cumpliendo con el objetivo inicial planteado por Industrias Jocali.

La ejecución en el rediseño de la maquina de Llenado de Crema Lavaplatos se logra en el tiempo establecido de acuerdo al cronograma de actividades.

La inversión que se realizó para la ejecución del proyecto no supero el presupuesto inicial otorgado por la empresa para la realización de este.

Los insumos utilizados para la reforma de la Máquina de Llenado de Crema Lavaplatos cumplen con las especificaciones técnicas y los estándares que rigen la norma.

El proyecto permitió rediseñar una instalación neumática que es contralada por medio de sistemas de automatización PLC logrando con esto la aplicación de conceptos adquiridos en la academia.

A pesar de que se da un aumento considerable en la capacidad productiva de la maquina esto no genera sobrecargas, ni inconformidad al personal operativo, y tampoco se ve en la necesidad de prescindir ni contratar personal, por lo cual la compañía queda plenamente satisfecha con el proyecto elaborado.

8. RECOMENDACIONES

Todo sistema eléctrico, electrónico, neumático, hidráulico o mecánico debe estar contemplado dentro de los programas de mantenimiento desarrollados por la compañía y realizarlos con la frecuencia establecida para optimizar su funcionamiento y garantizar su desempeño.

Además de las acciones generadas por el programa de mantenimiento ya establecidas se debe considerar lo siguiente:

- Limpieza de la tolva de llenado durante y después de terminado el turno de trabajo, por parte del operario de la máquina, para evitar solidificaciones de la crema lavaplatos y ocasionar obstrucciones.
- Limpieza y mantenimiento de las válvulas mecánicas de 3 vías ejecutado por el equipo de mantenimiento con una frecuencia mensual para verificar el estado de los empaques y los asientos.
- Mantenimiento a los actuadores neumáticos que accionan las válvulas de 3 vías por el mecánico para determinar estado de empaques y barredores.
- Cambio de empaques de poliamida a los pistones de los actuadores de la cámara de llenado de material.
- Revisar las paredes de las cámaras de llenado que no presenten rayones ni abolladuras.
- Montar filtro y secador antes de la entrada de aire de la cabina neumática para garantizar la calidad del aire y proteger los elementos neumáticos como válvulas y actuadores.
- Revisar racores y mangueras para detectar posibles fugas de aire por parte del operario.

BIBLIOGRAFÍA

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Presentación de Tesis; Trabajos de Grado y otros Trabajos de Investigación. Sexta Actualización. Santafé de Bogotá D.C.: ICONTEC, 2008. 37p. NTC 1486.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Referencias Documentales para Fuentes de Información Electrónicas. Primera Actualización. Santafé de Bogotá D.C.: ICONTEC, 1998. 27p. NTC 4490.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Referencias Bibliográficas Contenido, Forma y Estructura. Primera Actualización. Santafé de Bogotá D.C.: ICONTEC, 2008. 38p. NTC 5613.

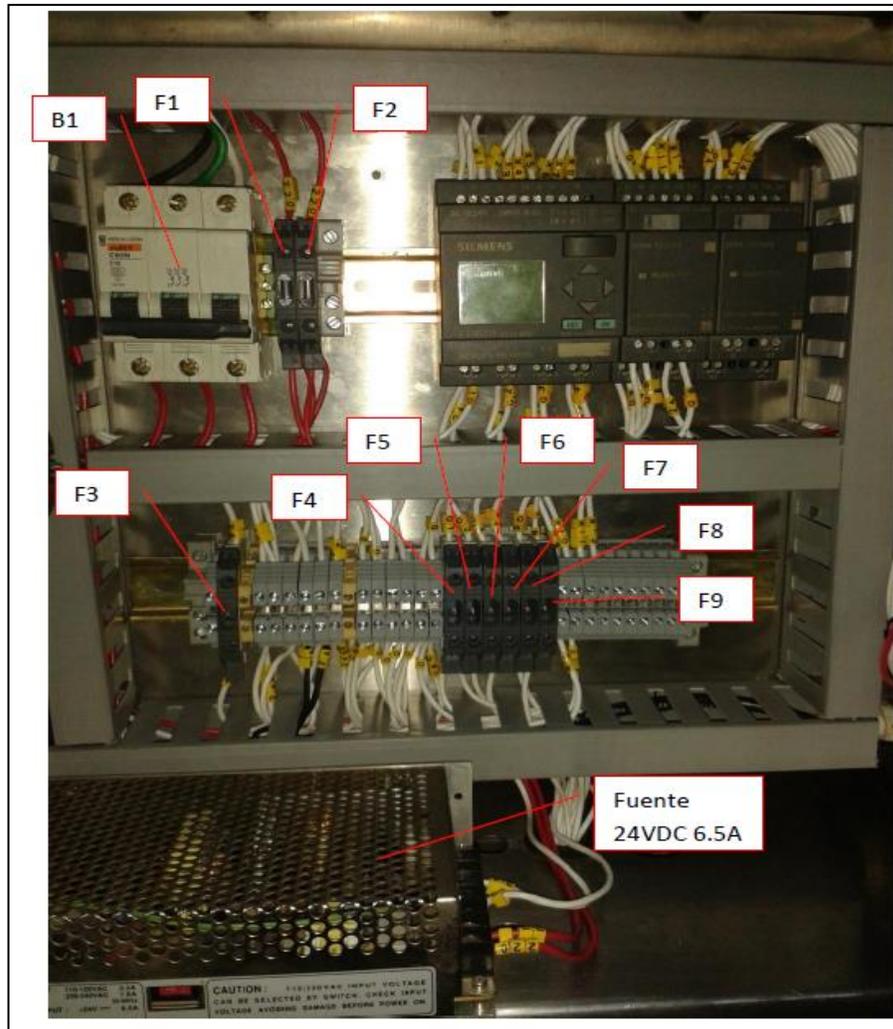
W. HARING, M. METZGER, R. WEBER. Curso De Neumática Para La Formación Profesional. Festo Didactic. Primera Edición. Dekendorf, 2005.

CREUS SOLE ANTONIO. Neumática e Hidráulica. Segunda Edición. Marcombo S.A. España, 2011.

INTRODUCCIÓN A LA AUTOMATIZACIÓN 1. Dpto. de Ingeniería Electrónica, de Sistemas Informáticos y Automática. Universidad de Huelva™. 2013. http://www.uhu.es/diego.lopez/AI/auto_trans-tema1.pdf

NEUMÁTICA: EL PODER DEL AIRE. Ingeniería Mecánica. Atlantic International University. 2012. <https://cursos.aiu.edu/Sistemas%20Hidraulicas%20202.pdf>

ANEXO A FOTOGRAFÍA DE PLC N° 1



Nomenclatura:

B1: Brecker trifásico de 10A.

SW1: Interruptor principal de encendido trifásico de 20A.

F1: Fusible corto de 2A.

F2: Fusible corto de 2A.

F3: Fusible corto de 6A.

F4: Fusible corto de 1A.

F5: Fusible corto de 1A.

F6: Fusible corto de 1A.

F7: Fusible corto de 1A.

F8: Fusible corto de 1A.

F9: Fusible corto de 1A.

ANEXO B FOTOGRAFÍA DE PLC N° 2



Nomenclatura:

- S1:** Electroválvula 5/2 para dosificar producto boquillas 1 y 2.
- S2:** Electroválvula 5/2 para dosificar el producto boquillas 3 y 4.
- S3:** Electroválvula 5/2 acciona el actuador de las válvulas mecánicas de tres vías para dosificar producto boquillas 1 y 2.
- S4:** Electroválvula 5/2 acciona el actuador de las válvulas mecánicas de tres vías para dosificar producto boquillas 3 y 4.
- S5:** Electroválvula 5/2 que abre el pistón de entrada de envase.
- S6:** Electroválvula 5/2 que abre el pistón de salida de envase.

ANEXO C
PLANOS NEUMÁTICOS Y ELÉCTRICOS DE CONTROL Y POTENCIA.

[Planos Neumáticos: Máquina llenadora de Crema Lavaplatos en pdf](#)

ANEXO D
PLANO MECÁNICO 3D

Planos Mecánicos: Máquina Llenadora de Crema Lavaplatos

ANEXO E
PLANO MECÁNICO ENSAMBLE GENERAL

[Planos Mecánicos: Ensamble General](#)

ANEXO F
PLANO MECÁNICO DETALLES CONSTRUCTIVOS

[Planos Mecánicos: Detalles Constructivos General Plano 1](#)

[Planos Mecánicos: Detalles Constructivos General Plano 2](#)

[Planos Mecánicos: Detalles Constructivos General Plano 3](#)

[Planos Mecánicos: Detalles Constructivos General Plano 4](#)

[Planos Mecánicos: Detalles Constructivos General Plano 5](#)

[Planos Mecánicos: Detalles Constructivos General Plano 6](#)

[Planos Mecánicos: Detalles Constructivos General Plano 7](#)

ANEXO G
FOTOGRAFIAS PROYECTO FINAL



Fuente. Elaborado: Mendoza, Juan Esteban y Monsalve, Edwin



Fuente. *Elaborado: Mendoza, Juan Esteban y Monsalve, Edwin*