

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

CARRERA: ELECTRÓNICA

**Trabajo de titulación previa a la obtención del título de:
INGENIEROS ELECTRÓNICOS**

TEMA:

**DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA SCADA COMO PROPUESTA
PARA AUTOMATIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE CLASIFICACIÓN Y
DESPACHO DE TARROS DE PINTURA EN PROCURA DE MEJORAR LA
PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA PRODUTEKN UBICADA EN QUITO.**

AUTORES:

**RAÚL ESTEBAN CHILUISA VITERY
PABLO DAVID OROZCO GONZÁLEZ**

DIRECTOR:

HAMILTON LEONARDO NÚÑEZ VERDEZOTO

Quito, mayo de 2015

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD Y AUTORIZACIÓN DE USO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, autorizamos a la Universidad Politécnica Salesiana la publicación total o parcial de este trabajo de titulación y su reproducción sin fines de lucro.

Además, declaramos que los conceptos, análisis desarrollados y las conclusiones del presente trabajo son de exclusiva responsabilidad de los autores.

Quito, mayo de 2015

Pablo David Orozco González

CI: 171595297-2

Raúl Esteban Chiluisa Vitery

CI: 171718067-1

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo a mi familia y en especial a mis padres, que con su esfuerzo y sacrificio fueron pilares fundamentales para cumplir esta meta tan importante en mi vida.

Raúl Esteban Chiluisa Vitery

Dedico el presente trabajo a mis padres y hermanos quienes con su apoyo incondicional me han llevado a culminar este gran paso en mi vida.

Pablo David Orozco González

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a los docentes de la Universidad Politécnica Salesiana que a lo largo de este tiempo impartieron sus conocimientos con gran profesionalismo, los cuales fueron fundamentales para nuestra formación académica.

Agradecemos al Ing. Santiago Vásquez quien confió en nosotros para realizar nuestro trabajo de titulación en las instalaciones de Pinturas Prodekn.

Finalmente agradecemos a nuestro tutor Ing. Hamilton Núñez por su paciencia, colaboración y dedicación, durante la realización de este proyecto.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1	2
ANTECEDENTES	2
1.1. Planteamiento del problema	2
1.2. Justificación.....	3
1.3. Objetivos.....	3
1.3.1. Objetivo general	3
1.3.2. Objetivos específicos.....	3
1.4. Alcance del proyecto	4
1.5. Beneficiarios.....	5
CAPÍTULO 2	6
MARCO TEÓRICO DEL SISTEMA	6
2.1. Procesos de producción de pintura	6
2.1.1. Materias primas	6
2.1.2. Proceso de producción.....	8
2.1.2.1. Pinturas en base agua.....	8
2.1.2.2. Pinturas en base a solventes	9
2.1.2.3. Producción de resinas	11
2.2. Sistemas de envasado y etiquetado de pintura	12
2.3. Sistemas de automatización.....	14
2.3.1. Banda Transportadora	14
2.3.2.PLC.....	15
2.3.2.1. Funciones.....	16
2.3.2.2. Ventajas	16
2.3.2.3. Desventajas.....	16
2.3.3. Sensores.....	17
2.3.3.1. Sensor final de carrera	17
2.3.3.2. Sensor Fotoeléctrico	18
2.4. Sistemas SCADA para control de procesos	19
2.4.1. Comparaciones de sistemas SCADA	20

2.4.2. Software para procesos SCADA.	21
2.4.3. Ejemplos de procesos SCADA.	22
2.5. Protocolos de comunicación.	23
CAPÍTULO 3	25
PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN.....	25
3.1. Procesos de clasificación y despacho	25
3.1.1 Mapa de proceso de elaboración de pintura	25
3.1.2. Mapa de proceso de clasificación y despacho de tarros de pintura actual	27
3.1.3. Mapa de proceso de clasificación y despacho de tarros de pintura propuesto	28
3.2. Hardware	28
3.2.1. Materiales	28
3.2.2. Estructura y dimensiones de banda transportadora	30
3.2.3. PLC SIMATIC (SIEMENS).....	32
3.2.4. Sensor fotoeléctrico	33
3.2.5. Unidad de Mantenimiento	34
3.2.6. Cilindro Normalizado doble efecto	35
3.2.7. Final de carrera	36
3.2.8. Válvula Monoestable.....	37
3.2.9 Tablero especificaciones técnicas.....	38
3.2.10. Conexión física de la red	39
3.2.11. Planos eléctricos	40
3.2.12. Planos de instrumentación del sistema	51
3.3. Software.....	52
3.3.1. InTouch 9.5.....	52
3.3.1.1. Beneficios y características	53
3.3.1.2. Capacidades	53
3.3.1.3. Ventajas con otros programas.....	54
3.3.1.4. Capacidad de localizar alarmas	54
3.3.1.5. Sistema SCADA diseñado.....	55
3.3.1.6. Tabla de descripción.....	56
3.3.1.7. Flujograma de sistema SCADA	58
3.3.2. STEP 7.....	61
3.3.2.1. Configuración del SIEMENS S7-300	64

3.3.2.2. Diagrama de flujo del programa en el PLC.....	67
3.3.2.3. Tipo de datos del programa en el controlador	70
3.3.3. NET TO PLC SIM.....	72
3.3.3.1. Esquema básico	72
3.3.3.2. Topología.....	72
3.3.3.3. Configuración	73
3.4. Licencias.....	77
CAPÍTULO 4	78
PRUEBAS Y RESULTADOS.....	78
4.1 Desarrollo de la aplicación	78
4.2. Producción sistema actual vs sistema propuesto	95
4.3. Análisis de costos	98
4.4. Listado de materiales, insumos, equipos	100
CONCLUSIONES	103
RECOMENDACIONES	104
LISTA DE REFERENCIAS	105
ANEXOS	106

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Diagrama del proceso de fabricación de pinturas base solvente	10
<i>Figura 2.</i> Subprocesos en la fabricación de pinturas.....	11
<i>Figura 3.</i> Diagrama del proceso de producción de resina.....	12
<i>Figura 4.</i> Banda Transportadora en Pinturas Produtekn	14
<i>Figura 5.</i> PLC simatic S7-1200.....	15
<i>Figura 6.</i> Función de proceso del PLC.....	16
<i>Figura 7.</i> Sistema de sensor	17
<i>Figura 8.</i> Final de carrera.....	18
<i>Figura 9.</i> Sensores fotoeléctricos	18
<i>Figura 10.</i> Planta distribuidora de diésel.....	22
<i>Figura 11.</i> Planta de monitoreo de caldero	23
<i>Figura 12.</i> Mapa de proceso de elaboración de pintura	25
<i>Figura 13.</i> Mapa de proceso de clasificación y despacho de tarros de pintura actual	27
<i>Figura 14.</i> Mapa de proceso de clasificación y despacho de tarros de pintura propuesto ..	28
<i>Figura 15.</i> Sistema actual del proceso.....	30
<i>Figura 16.</i> Sistema propuesto para el proceso	31
<i>Figura 17.</i> PLC siemens simatic S7-300.....	32
<i>Figura 18.</i> Sensor Fotoeléctrico Sick WTV18-2P420	33
<i>Figura 19.</i> Unidad de Mantenimiento FESTO FRC1/2-D-MIDI-A	34
<i>Figura 20.</i> Cilindro Normalizado doble efecto FESTO DSBC-50-500-PPVA-N3	35
<i>Figura 21.</i> Final de carrera SIEMENS SIRIUS1	36
<i>Figura 22.</i> Válvula Monoestable FESTO 5/2 vías CPE-18-P1-5L-1/4.....	37
<i>Figura 23.</i> Especificaciones e imagen del tablero.....	39
<i>Figura 24.</i> Conexión física de red	39
<i>Figura 25.</i> Esquemático Fuerza 1 de 2.....	40
<i>Figura 26.</i> Esquemático Fuerza 2 de 2.....	41
<i>Figura 27.</i> Esquemático Control 1 de 8	42
<i>Figura 28.</i> Esquemático Control 2 de 8	43
<i>Figura 29.</i> Esquemático Control 3 de 8	44
<i>Figura 30.</i> Esquemático Control 4 de 8	45
<i>Figura 31.</i> Esquemático Control 5 de 8	46
<i>Figura 32.</i> Esquemático Control 6 de 8	47

<i>Figura 33.</i> Esquemático Control 7 de 8	48
<i>Figura 34.</i> Esquemático Control 8 de 8	49
<i>Figura 35.</i> Esquemático de Instrumentación.....	51
<i>Figura 36.</i> Pantalla InTouch 9.5.....	52
<i>Figura 37.</i> Pantalla sistema SCADA.....	55
<i>Figura 38.</i> Diagrama de flujo del sistema SCADA 1 de 3.....	58
<i>Figura 39.</i> Diagrama de flujo del sistema SCADA 2 de 3.....	59
<i>Figura 40.</i> Diagrama de flujo del sistema SCADA 3 de 3.....	60
<i>Figura 41.</i> Jerarquía de objetos y librerías del Administrador SIMATIC	64
<i>Figura 42.</i> Icono simatic Step 7	64
<i>Figura 43.</i> Configuración del Bastidor.....	65
<i>Figura 44.</i> Configuración del CPU	65
<i>Figura 45.</i> Carga de bloques en el PLC	66
<i>Figura 46.</i> Diagrama de flujo programa en PLC 1 de 3.....	67
<i>Figura 47.</i> Diagrama de flujo programa en PLC 2 de 3.....	68
<i>Figura 48.</i> Diagrama de flujo programa en PLC 3 de 3.....	69
<i>Figura 49.</i> Topología NetToPLCSIM	72
<i>Figura 50.</i> Asignación interfaz PC/PG	73
<i>Figura 51.</i> Configuración interfaz.....	73
<i>Figura 52.</i> Configuración hardware	74
<i>Figura 53.</i> Abrir NetToPLCSIM.....	74
<i>Figura 54.</i> Mensaje de advertencia	74
<i>Figura 55.</i> Mensaje de información	75
<i>Figura 56.</i> Añadir dirección	75
<i>Figura 57.</i> Asignación de dirección IP hardware.....	75
<i>Figura 58.</i> Asignación de dirección IP computador.....	76
<i>Figura 59.</i> Direcciones IP listas	76
<i>Figura 60.</i> Configuración terminada	77
<i>Figura 61.</i> Configuración STEP 7 previo simulación.....	78
<i>Figura 62.</i> Selección del estado del PLC	78
<i>Figura 63.</i> Selección del estado del PLC	79
<i>Figura 64.</i> Cargar datos en PLC.....	79
<i>Figura 65.</i> Confirmar cambio de estado del PLC	80
<i>Figura 66.</i> Arrancar módulo del PLC	80

<i>Figura 67.</i> Ventana principal NettoPLCSIM	81
<i>Figura 68.</i> Configurar NettoPLCSIM en nueva red.....	81
<i>Figura 69.</i> Asignación de IP asociado al PLC	82
<i>Figura 70.</i> Red lista para iniciar.....	82
<i>Figura 71.</i> Verificación del Servidor	83
<i>Figura 72.</i> Pantalla inicial del sistema SCADA.....	83
<i>Figura 73.</i> Ingreso de usuario.....	84
<i>Figura 74.</i> Acceso correcto al sistema	84
<i>Figura 75.</i> Estado de comunicación STEP7-InTouch.....	85
<i>Figura 76.</i> Pantalla de selección válvula posición riel.....	85
<i>Figura 77.</i> Selección del sistema en litros.....	86
<i>Figura 78.</i> Verificación del sistema para trabajar en litros	86
<i>Figura 79.</i> Selección tapado de envases en litros.....	87
<i>Figura 80.</i> Sistema de tapado en litros seleccionado	87
<i>Figura 81.</i> Ingreso de datos en línea de producción.....	88
<i>Figura 82.</i> Ingreso de operador	88
<i>Figura 83.</i> Ingreso de producto	89
<i>Figura 84.</i> Ingreso de cantidad.....	89
<i>Figura 85.</i> Inicio de producción en línea seleccionada.....	90
<i>Figura 86.</i> Sensor contador envase dosificado.....	90
<i>Figura 87.</i> Litros listos a despachar	91
<i>Figura 88.</i> Sensor contador litros enviados.....	91
<i>Figura 89.</i> Proceso de empaquetado 1 de 2.....	92
<i>Figura 90.</i> Retorno de pistón válvula_empaque	92
<i>Figura 91.</i> Proceso de empaquetado 2 de 2.....	93
<i>Figura 92.</i> Ubicación paros de emergencia en SCADA	93
<i>Figura 93.</i> Activación paro de emergencia línea 3	94
<i>Figura 94.</i> Mensaje de alarma paro de emergencia.....	94
<i>Figura 95.</i> Producción mensual en galones (actual)	95
<i>Figura 96.</i> Producción mensual en galones (propuesta)	96
<i>Figura 97.</i> Producción mensual en litros (actual)	96
<i>Figura 98.</i> Producción mensual en litros (propuesta)	97
<i>Figura 99.</i> Utilidad mensual generada en Galones	98
<i>Figura 100.</i> Utilidad mensual generada en Litros.....	99

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Principales materias primas utilizadas para la fabricación de pinturas</i>	8
Tabla 2. <i>Principales insumos utilizados para la fabricación de pinturas en Ecuador</i>	8
Tabla 3. <i>Principales materias primas utilizadas en la fabricación de resina</i>	12
Tabla 4. <i>Lista de software y su respectivo fabricante</i>	21
Tabla 5. <i>Lista de materiales requeridos</i>	29
Tabla 6. <i>ID Planos Eléctricos</i>	50
Tabla 7. <i>Descripción de elementos en sistema SCADA</i>	56
Tabla 8. <i>Versiones de STEP 7</i>	62
Tabla 9. <i>Tipo de datos del proceso en el controlador</i>	70
Tabla 10. <i>Producción mensual en galones (actual)</i>	95
Tabla 11. <i>Producción mensual en galones (propuesto)</i>	95
Tabla 12. <i>Producción mensual en litros (actual)</i>	96
Tabla 13. <i>Producción mensual en litros (propuesto)</i>	97
Tabla 14. <i>Análisis de costos producción en galones</i>	98
Tabla 15. <i>Análisis de costos producción en Litros</i>	99
Tabla 16. <i>Equipos de automatización y control</i>	100
Tabla 17. <i>Equipos neumáticos</i>	101
Tabla 18. <i>Maquinaria y mano de obra</i>	102

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Especificaciones técnicas PLC Siemens S7-300.....	106
Anexo 2. Proforma equipos de automatización y control.....	111
Anexo 3. Proforma equipos neumáticos.....	112
Anexo 4. Proforma mano de obra e instalación.....	114

RESUMEN

Se realizó una reingeniería del proceso previo a nuestra propuesta de diseño para Pinturas Produtekn, empresa que se dedica a la comercialización y fabricación de productos químicos para la construcción. Entre los productos se encuentra la fabricación de pintura, para lo cual llevan a cabo los procesos de mezclado y envasado de manera general, así es como se produce la pintura y es aquí en donde el proyecto de reingeniería se llevó a cabo, especialmente en el proceso de clasificación y despacho del producto.

En esta empresa los procesos de envasado y empaquetado son realizados de forma manual, provocando fallas, desperdicio de pintura y pérdida de tiempo, además se tiene un escaso control en el proceso de producción.

La empresa, tomando en cuenta la gran variedad de productos del mismo ramo que hay en el mercado, ha solicitado el diseño un sistema SCADA como propuesta para la automatización de los procesos de clasificación y despacho, lo que ha generado la necesidad de que dichos procesos sean más flexibles y exactos, con el fin de que se pueda clasificar y empaquetar pintura de una manera más rápida, este es el principal objetivo que el proyecto de reingeniería busca cumplir.

Se realizó el levantamiento de un mapa de proceso en la empresa el cual mostró una desorganización en las áreas de trabajo, se notaron también deficiencias de seguridad. Por lo tanto se realizó el mapa de procesos del sistema para la producción de pintura enfocándonos en la etapa de clasificación y despacho.

Para el diseño del sistema se utilizaron herramientas que actualmente están teniendo auge en la industria, se aplicaron herramientas de automatización en el proceso de control de tráfico y esto se llevó a cabo por medio de un controlador lógico programable (PLC), el cual controlará de manera automática los nuevos mecanismos en los procesos de clasificación y despacho.

El diseño propuesto busca mejorar sustancialmente los procesos de clasificación y despacho cambiándolo de un método manual a un proceso automatizado y moderno, buscando así el incremento de la eficiencia y eficacia del proyecto.

Durante una semana y con la ayuda de nuestros brazos, se realizó la simulación de los actuadores en condiciones muy cercanas a las reales, demostrando que el sistema propuesto es más eficiente que el sistema actual.

INTRODUCCIÓN

La automatización industrial actualmente se destaca por la integración de diferentes tecnologías que le otorgan la capacidad de incrementar notablemente la productividad y con ello abaratar los costos de los productos; además, facilita la diversificación de la producción mediante la utilización de sistemas flexibles que pueden adaptarse a la fabricación de un grupo de productos sin que se modifique o se detenga la cadena de producción, mejorando la calidad y las condiciones de trabajo.

La aplicación de la automatización industrial se presenta en los sectores industriales más desarrollados, como la industria del automóvil, la de transformación metal-mecánica, la industria química, etc. Así mismo, en diferentes sectores productivos, como la construcción, la alimentación, la agricultura y la medicina.

De esta manera, la integración de diferentes disciplinas de la ingeniería es un requisito evidente para la aplicación de la automatización industrial. Por esta razón, el presente diseño pretende realizar una mejoría al equipo de clasificación y despacho de pintura, que se tiene en la empresa Produtekn, con la finalidad de desarrollar competencias profesionales que les permita a los empleados atender eficazmente problemas relacionados con el ámbito de la automatización en el ambiente laboral. De aquí surge la idea de diseñar y simular un sistema SCADA como propuesta para automatización de los procesos de clasificación y despacho.

CAPÍTULO 1

ANTECEDENTES

En este capítulo, se analiza el planteamiento del problema, justificación, objetivos, alcance del proyecto y los beneficiarios de la propuesta.

1.1. Planteamiento del problema

La planta Produtekn ubicada en el Parque Industrial al sur de Quito (Av. Turubamba, calle 8), se dedica a la elaboración y comercialización de pintura. Al verse inmersa en un acelerado crecimiento de la industria, requiere optimizar su línea de producción de envasado y empaquetado.

La empresa Produtekn actualmente realiza este proceso de forma manual, donde el operador traslada el producto de la banda transportadora de empaque para su sellado, presentando inconvenientes tales como:

- Ergonomía del operario al efectuar el proceso de envasado.
- Inseguridad del operario.
- Demora en el empaquetado del producto.
- Desperdicio de materia prima.
- Escaso control en el proceso de producción.
- Cuellos de botella en la producción.
- Falta de productividad.

Estos inconvenientes hacen que el producto final no sea muy competitivo en el mercado, generando un margen de ganancia reducido. Lo que se pretende es equiparar la producción con la distribución.

El presente proyecto le permitirá a la empresa Produtekn, modernizar los procesos de clasificación y despacho.

1.2. Justificación

En los últimos años la industria de la construcción ha tenido un crecimiento constante, lo que significa una mayor demanda de los insumos relacionados con ésta, entre los cuales se encuentra la pintura. Por tal motivo Produtekn una empresa con gran proyección en el mercado que se dedica a la elaboración y distribución de este producto, requiere automatizar sus procesos para ser más competitiva y así aumentar sus ganancias con un producto de calidad.

En el presente trabajo se diseñará, simulará y planteará un sistema SCADA para la automatización de procesos de clasificación de tarros de pintura y envasado en procura de mejorar la productividad de la empresa, evitando desperdicio de material. Además el personal a cargo de esta actividad disminuirá el riesgo laboral debido a la alta exposición de compuestos químicos al momento de encontrarse demasiado tiempo expuesto a los componentes químicos de la pintura.

1.3. Objetivos

A continuación se detallan los objetivos: general y específicos del proyecto a realizar.

1.3.1. Objetivo general

Diseñar y simular un sistema SCADA como propuesta para la automatización de los procesos de clasificación y despacho de tarros de pintura en procura de mejorar la productividad de la empresa Produtekn ubicada en Quito.

1.3.2. Objetivos específicos

- Levantar mapas de los procesos actuales para clasificación y despacho de los tarros de pintura.
- Diseñar en planos el hardware para mejorar los procesos de clasificación y despacho de los tarros de pintura.

- Diseñar y simular el sistema SCADA para automatización de los procesos de clasificación y despacho de los tarros de pintura.
- Analizar la productividad del sistema propuesto versus el sistema actual para demostrar la viabilidad de su implementación.

1.4. Alcance del proyecto

El proyecto tiene como alcance el diseño y simulación de un sistema que realice la clasificación de los tarros de pintura según el producto envasado, implementando un control de tráfico en 3 líneas de producción y el diseño y simulación de sistema que realice el proceso de empaquetado del producto clasificado previamente en las presentaciones de litros o galones según se requiera. Todo esto controlado mediante un PLC Siemens Simatic S7-300 el cual realizará toda la lógica de control del sistema.

El desarrollo del alcance estará estructurado de la siguiente forma:

- Dimensionamiento y propuesta de tablero eléctrico para control del sistema, donde se instalarán los elementos de procesamiento y control como PLC, HMI, relés, fuente de poder, borneras de conexión de señales de sensores.
- Diseño y simulación de sistema electro-neumático para control de tráfico de las líneas de producción, el cual contará con unidad de mantenimiento, válvulas, cilindros y accesorios neumáticos para conexiones del sistema.
- Dimensionamiento y cotización de brazo neumático para el abastecimiento de cartón en el área de empaquetado. El cual estará dotado por una riel y ventosa marca FESTO.
- Ingreso de datos de producción como: persona responsable, cantidad de producto envasado, color, presentación. Por medio del HMI ubicado en el tablero de control.

- Cotización y propuesta de sensores fotoeléctricos para realizar el conteo del producto y control de tráfico y finales de carrera para detección de tamaño de producto envasado.
- La máquina selladora en caliente tendrá la opción de manual y automático.

1.5. Beneficiarios

Este proyecto tiene como beneficiario a la empresa Produtekn puesto que mejorará su producción aumentando la calidad del producto y sus beneficios económicos.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO DEL SISTEMA

En este capítulo, se analizará los fundamentos teóricos de los procesos de producción de pintura y de los sistemas de envasado y etiquetado de la misma. Además se analizará los sistemas de automatización y los sistemas SCADA para control de procesos.

2.1. Procesos de producción de pintura

2.1.1. Materias primas

Genéricamente, los materiales o sustancias utilizadas en la elaboración de pinturas pueden agruparse en cuatro categorías de materias primas: pigmentos, aglutinantes, solventes y aditivos menores.

Los pigmentos son productos en polvo, insolubles por si solos en el medio líquido de la pintura; sus funciones son suministrar color y poder contribuir a las propiedades anticorrosivas del producto y darle estabilidad frente a diferentes condiciones ambientales y agentes químicos.

Entre los pigmentos más utilizados en la fabricación de pinturas se encuentran variados compuestos en base a cromo y plomo, zinc en polvo, dióxido de titanio, sulfato de bario, negro de humo, aluminio en polvo y óxido de hierro, como ejemplos.

Los agentes aglutinantes son sustancias normalmente orgánicas, cuya función principal es dar protección; se pueden utilizar en forma sólida, disueltos o dispersos en solventes orgánicos volátiles, en solución acuosa o emulsionados en agua. Estas sustancias comprenden los aceites secantes, resinas naturales y resinas sintéticas. Entre los aceites secantes, el más utilizado es el aceite de linaza.

Las resinas naturales en su mayoría son de origen vegetal, con excepción de la goma laca; actualmente, su uso ha declinado considerablemente debido al desarrollo de un gran número de resinas sintéticas. Estas últimas normalmente se utilizan en combinación con los aceites antes mencionados siendo más resistentes al agua y agentes químicos.

Los solventes, son sustancias líquidas que dan a las pinturas el estado de fluidez necesario para su aplicación, evaporándose una vez aplicada la pintura. La variedad de solventes que ocupa este tipo de industria es muy amplia pero, a pesar de ello, su uso se ha visto disminuido en los últimos años, debido a restricciones de tipo ambiental y de costo.

Los aditivos menores son sustancias añadidas en pequeñas dosis para desempeñar funciones específicas, que no cumplen los ingredientes principales. Entre los más utilizados se encuentran los materiales secantes, plastificantes y anti sedimentables.

Las sustancias secantes permiten controlar la velocidad de secado. Normalmente se utilizan sales orgánicas de elementos metálicos (cobalto, manganeso, plomo, calcio, zinc, hierro, vanadio y zirconio).

Las sustancias plastificantes, por su parte, proporcionan flexibilidad y adherencia a los recubrimientos de superficie. Se clasifican en: aceites vegetales no secantes (derivados del aceite de ricino), monómeros de alto punto de ebullición y polímeros resinosos de bajo peso molecular (poliéster).

Las sustancias anti sedimentables previenen o disminuyen la precipitación de los pigmentos, reduciendo la fuerza de atracción entre partículas.

Las materias primas utilizadas en las industrias nacionales son similares a las de uso común a nivel mundial. Respecto de los solventes, el aguarrás se utiliza de preferencia en las pinturas de tipo decorativas, en tanto que en las pinturas de tipo industrial se utilizan productos más específicos.

De acuerdo a la información recopilada, se puede establecer que las principales materias primas utilizadas en Ecuador y sus factores de consumo son los siguientes:

Tabla 1.
Principales materias primas utilizadas para la fabricación de pinturas

Materia prima	Unidad	Factor de consumo
Solventes	lt/ton	159
Dioóxido de titanio	kg/ton	42
Resina	kg/ton	19

Nota. Elaborado por: Pablo Orozco

Tabla 2.
Principales insumos utilizados para la fabricación de pinturas en Ecuador

Materia prima	Unidad	Factor de consumo
Parafina	lt/ton	20
Derivados de Petróleo	lt/ton.	7
Energía eléctrica	kWh/ton	25
Envases		

Nota. Elaborado por: Esteban Chiluisa

2.1.2. Proceso de producción

La gama de productos elaborados es muy amplia, incluyendo pinturas en base agua (látex) y en base a solventes (óleo), barnices, lacas, impermeabilizantes y anticorrosivos, pinturas marinas, automotrices, industriales, etc. A nivel nacional, la industria de pinturas sigue el mismo esquema de procesamiento que se utiliza a nivel mundial, considerando similares etapas de proceso para ambos tipos de pinturas.

2.1.2.1. Pinturas en base agua

Las pinturas basadas en agua generalmente están compuestas de agua, pigmentos, extensores de tiempo de secado (sustancias secantes), agentes dispersantes, preservantes, amoniaco o aminas, agentes antiespumantes y una emulsión de resina.

La elaboración de pinturas al agua se inicia con la adición de agua, amoníaco y agentes dispersantes a un estanque de pre-mezcla. Posteriormente, se adicionan los pigmentos y agentes extensores.

Una vez realizada la pre-mezcla, y dependiendo del tipo de pigmento, el material pasa a través de un equipo especial de molienda, donde ocurre la dispersión y luego se transfiere a un estanque de mezclamiento con agitación. En éste se incorporan las resinas y los plastificantes, seguidos de preservantes y antiespumantes y finalmente la emulsión de resina.

Por último, se agrega el agua necesaria para lograr la consistencia deseada. Luego de mezclar todos los ingredientes, el producto obtenido es filtrado para remover pigmentos no dispersos (mayores a 10 μm), siendo posteriormente envasado en tarros y embalado.

Normalmente sólo los esmaltes en base agua pasan por equipos de molienda; los látex y pastas se dispersan y terminan en estanques de mezclamiento.

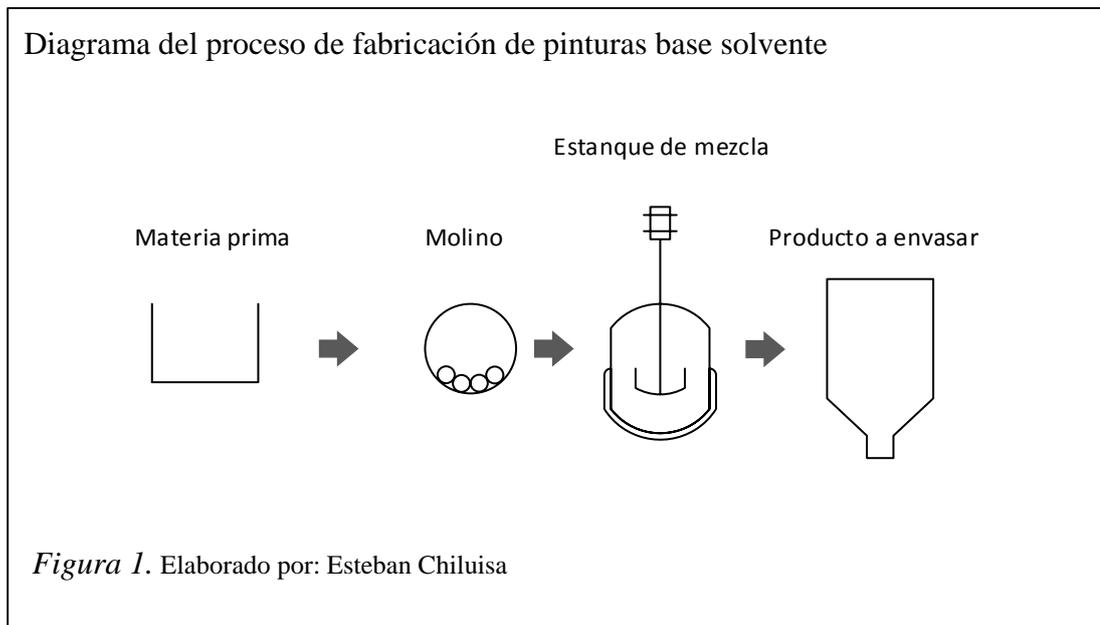
2.1.2.2. Pinturas en base a solventes

Las pinturas basadas en solventes incluyen un solvente, pigmentos, resinas, sustancias secantes y agentes plastificantes.

Los pasos en la elaboración de pinturas cuyo vehículo es un solvente son similares a los descritos anteriormente. Inicialmente, se mezclan los pigmentos, resinas y agentes secantes en un mezclador de alta velocidad, seguidos de los solventes y agentes plastificantes. Una vez que se ha completado la mezcla, el material se transfiere a un segundo estanque de mezclamiento, en donde se adicionan tintes y solventes. Una vez obtenida la consistencia deseada, la pintura se filtra, envasa y almacena.

Cabe notar que en este proceso también es posible usar un estanque de pre-mezcla y un molino en lugar del mezclador de alta velocidad.

Otros aditivos menores, usados con propósitos especiales, en ambos tipos de pinturas son las sustancias antibacterianas, estabilizantes y agentes para ajuste de pH.



Dentro del proceso de producción de pinturas se pueden distinguir dos sub-procesos, en función del producto final que se quiera obtener, a saber:

a) Sub-proceso A: producción de base incolora (pintura blanca).

En la elaboración de este producto, se distinguen las siguientes operaciones:

- Dispersión de la base concentrada incolora (30% concentración de sólidos).
- Mezclado de terminación de base incolora.

Luego de estas etapas, se obtiene la base incolora, la cual puede continuar a envasado o a completar el proceso de fabricación de pintura color.

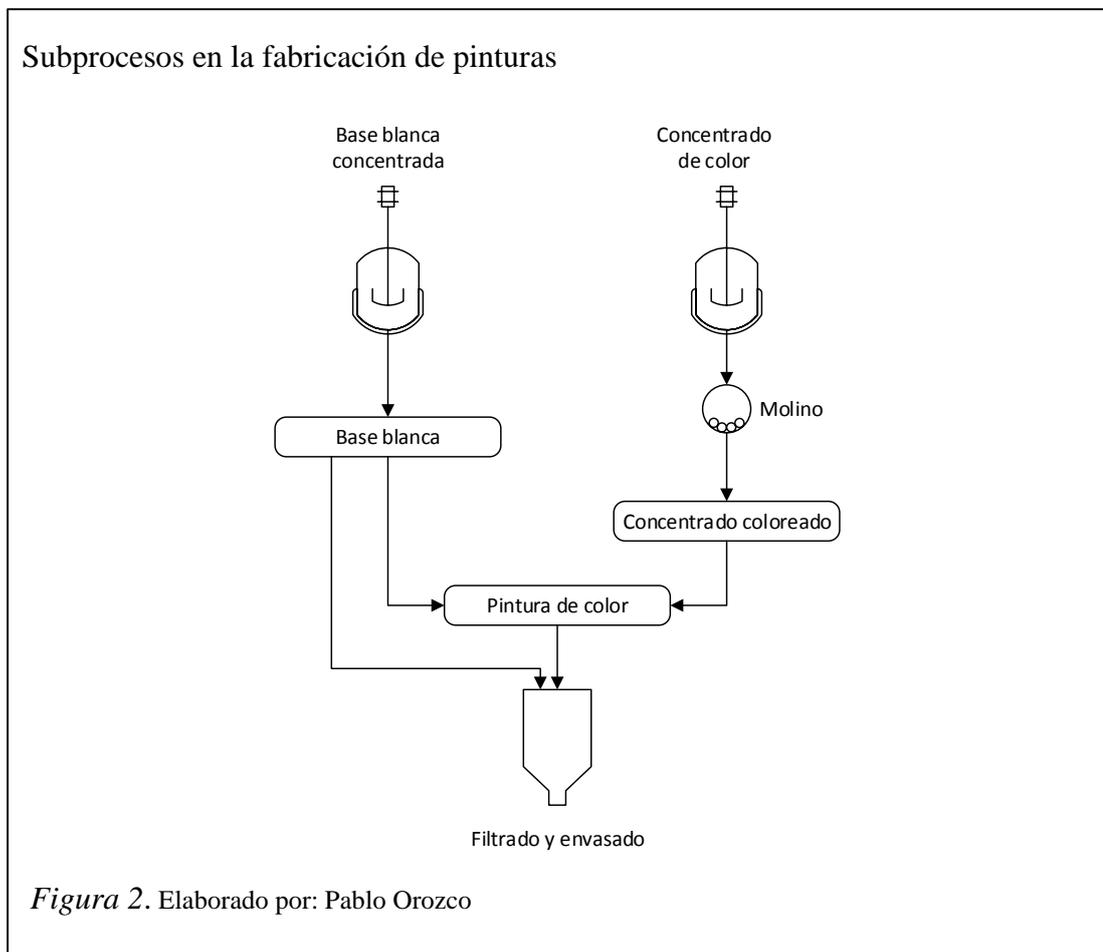
b) Sub-proceso B: producción de pintura color.

Este se caracteriza por las siguientes operaciones:

- Dispersión del pigmento para formar una pasta coloreada (45% concentración de sólidos).
- Molienda de la pasta coloreada para formar empaste.
- Mezclado del empaste con resinas y solventes formando un concentrado coloreado.

Una vez que se obtiene el concentrado coloreado terminado, la base incolora se mezcla con éste, obteniéndose pintura color. Por último, se envía a envasado, pasando previamente por control de calidad.

Con respecto a la operación de envasado, este puede ser manual o automático. Dependiendo de las características técnicas y el tipo de empresa, las operaciones de transporte de fluido se realizan en forma manual, por bombeo (bombas de diafragma) o una combinación de ambas.



2.1.2.3. Producción de resinas

Esta actividad no es propia del proceso mismo de manufacturación de pinturas, pero algunas fábricas lo tienen incorporado dentro de su proceso.

El proceso consiste en la mezcla y reacción de anhídrido ftálico, un polialcohol y aceites insaturados a 200 °C - 250 °C. El tiempo de residencia en el reactor es de 8 a

12 horas aproximadamente con un pH de operación cercano a 9, utilizando amoniaco para su ajuste. De la reacción se obtiene una resina concentrada, la que es posteriormente diluida con solventes y filtrada. La resina finalmente es almacenada en estanques.

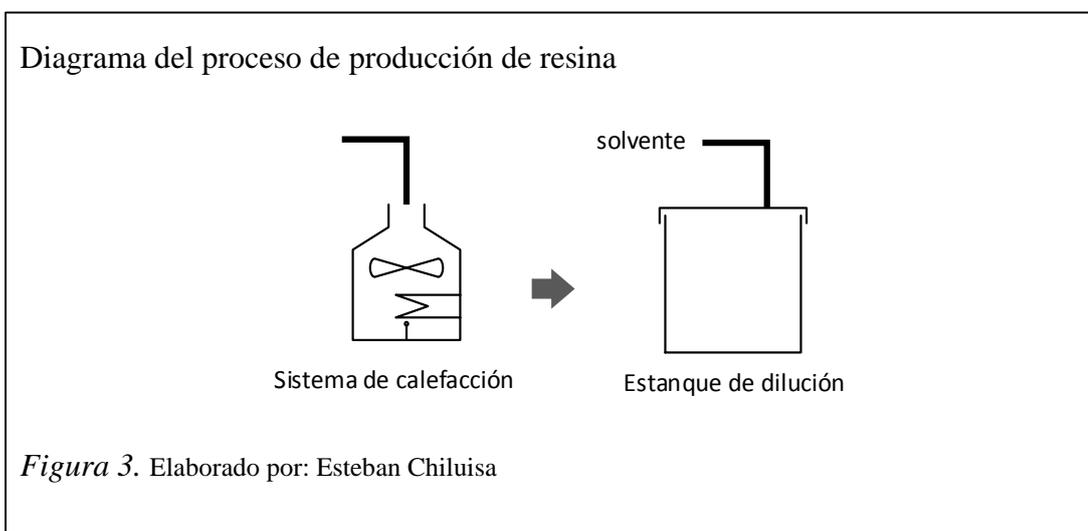
Procesos artesanales incluyen el calentamiento de resinas naturales para obtener aceites de diferentes tipos, como por ejemplo de linaza en el caso de una resina natural. También en algunos casos se utilizan resinas alquídicas.

Tabla 3.

Principales materias primas utilizadas en la fabricación de resina

Materia prima	Factor de consumo kg/ton pintura
Anhídrido ftálico	30
Alcohol	15

Nota. Elaborado por: Pablo Orozco



2.2. Sistemas de envasado y etiquetado de pintura

El proceso envasado puede realizarse de 2 formas: manual y automático:

Envasado manual: éste tipo de envasado aparte de ser más demoroso, necesita obligatoriamente de un recurso humano que realice la operación.

Generalmente el envasado manual se lo realiza colocando el producto en tanques, los cuales tienen comúnmente una llave media vuelta para el envasado de la pintura.

Es un proceso muy doméstico el cual siempre presenta un riesgo para la salud ya que la persona encargada del envasado está siempre en contacto directo o indirecto con el producto.

Envasado automático: es el tipo de envasado más moderno y usado en la actualidad. Cuenta con una válvula dosificadora que se acciona por un período determinado de tiempo para llenar el envase del producto elaborado. Dicho tiempo puede ser calibrado de acuerdo a la capacidad de producto a envasar.

Al ser un proceso automático no presenta riesgo alguno para el recurso humano ni la presencia del mismo optimizando así tiempo y dinero en el proceso.

El etiquetado de pintura también se lo realiza de forma manual y automática de acuerdo a los siguientes parámetros:

Etiquetado Manual: el etiquetado manual obliga la presencia de recurso humano para que sea el encargado de colocar la etiqueta o código en los envases de pintura a ser llenados, así mismo en el producto terminado.

Por lo general se imprimen etiquetas de acuerdo al producto elaborado y se las coloca a un costado del recipiente para su identificación. Esto ocasiona errores de etiquetado debido a la gran cantidad de etiquetas que manejan en un periodo de producción donde se elaboran más de un color o tipo de pintura.

Además representa un gasto innecesario en el uso adhesivo el cual solo identifica al paquete despachado mas no al producto de forma individual.

Etiquetado Automático: éste tipo de etiquetado cuenta con una impresora de inyección de tinta continua para identificar de forma individual los tarros de pintura por su color, código, etc.

Un sensor ya sea óptico, capacitivo o inductivo es el encargado de detener al tarro de pintura en la posición adecuada para iniciar la impresión en la etiqueta del tarro.

2.3. Sistemas de automatización

2.3.1. Banda Transportadora

Existen bandas transportadoras para uso ligero y uso pesado. La banda es arrastrada por la fricción por uno de los tambores, que a su vez es accionado por un motor. Esta fricción es la resultante de la aplicación de una tensión a la banda transportadora, habitualmente mediante un mecanismo tensor por husillo o tornillo tensor. El otro tambor suele girar libre, sin ningún tipo de accionamiento y su función es servir de retorno a la banda.

Debido al movimiento de la banda el material depositado sobre la misma es transportado hacia el tambor de accionamiento donde gira y da la vuelta en sentido contrario. En esta zona el material depositado sobre la banda es vertido fuera de la misma debido a la acción de la gravedad y/o de la inercia.

Banda Transportadora en Pinturas Prodeutekn



Figura 4. Empresa Prodeutekn

2.3.2. PLC

Un PLC, más conocido por sus siglas en inglés (programmable logic controller), es el nombre que se da a una computadora comúnmente utilizada para aplicaciones de control industrial.

Los PLC's toman decisiones basadas en un programa almacenado que controla las entradas y salidas para automatizar un proceso o máquina, monitoreando sus entradas y valor de sus variables de forma continua.

Los elementos básicos de un PLC incluyen módulos de entrada, una unidad central de proceso (CPU), módulos de salida, y un dispositivo de programación.

El tipo de módulos de entrada utilizados por un PLC depende de los tipos de los tipos de entrada. Algunos módulos de entrada responden a las entradas digitales, también llamado entradas discretas, que son ya sea encendido o apagado. Otros módulos de entradas responden a las señales analógicas. Estas señales representan condiciones de la máquina o proceso como una serie de tensión o valores de corriente. La función principal de la entrada de un PLC circuitería es convertir las señales proporcionadas por estos diversos interruptores y sensores en señales lógicas que pueden ser utilizados por el CPU.

Además de estos elementos básicos, un sistema PLC también puede incorporar un dispositivo de interfaz de operador para simplificar la supervisión de la máquina o proceso

PLC simatic S7-1200



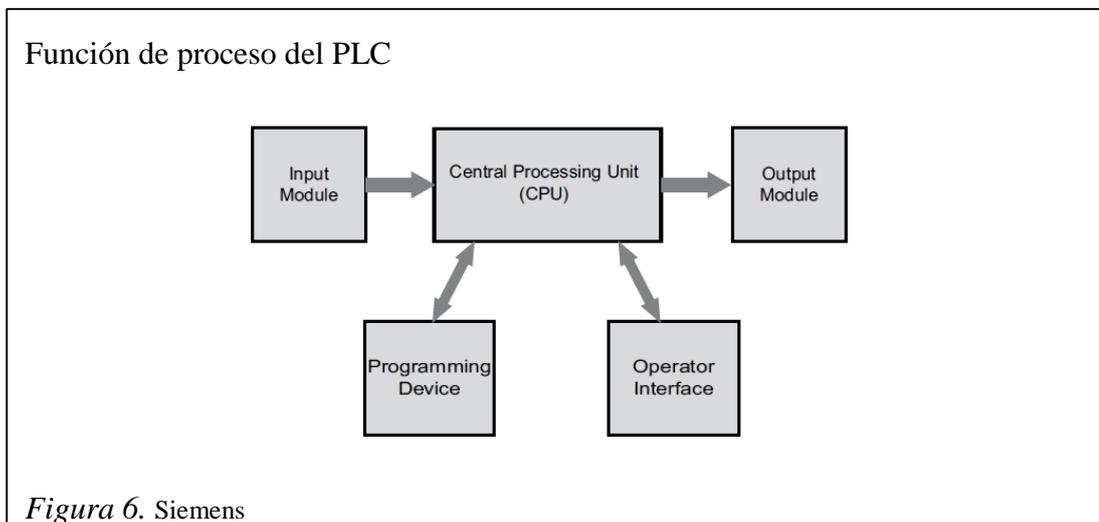
Figura 5. Siemens

2.3.2.1. Funciones

La CPU evalúa el estado de las entradas, salidas, y otras variables conforme se ejecuta un programa almacenado. La CPU envía entonces señales para actualizar el estado de las salidas.

Los módulos de salida convierten las señales de control desde la CPU en valores digitales o analógicos que se pueden utilizar para controlar varios dispositivos de salida.

La unidad de programación se utiliza para seleccionar/cambiar el PLC. Así como programar o monitorear los valores almacenados.



2.3.2.2. Ventajas

Ahorro de tiempo en la elaboración de proyectos, pudiendo realizar modificaciones sin costos adicionales. Su tamaño reducido y mantenimiento de bajo costo, permiten ahorrar dinero en mano de obra y la posibilidad de controlar más de una máquina con el mismo equipo.

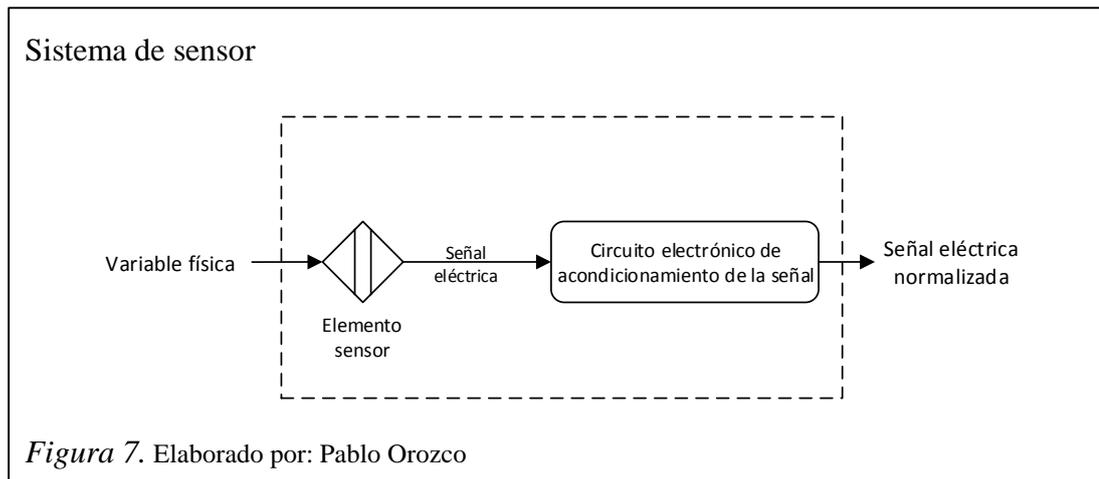
2.3.2.3. Desventajas

Una de las desventajas de los PLC, es su discontinuidad a mediano plazo. En un proceso crítico tener un PLC que está discontinuado es un riesgo debido a que no se pueden tener paradas prolongadas para poder conseguir el reemplazo.

Una de las desventajas principales es el elevado costo del software de programación, lo que en algunos casos debido a la magnitud del proyecto y costo del mismo, obliga a recurrir en lógica de relés y contactos.

2.3.3. Sensores

Sensor: los sensores son dispositivos que convierten una condición física en una señal eléctrica. Las variables pueden ser por ejemplo: temperatura, intensidad lumínica, distancia, aceleración, inclinación, desplazamiento, presión, fuerza, torsión, humedad, movimiento, pH, etc. Una magnitud eléctrica puede ser una resistencia eléctrica, una capacidad eléctrica (como en un sensor de humedad), una tensión eléctrica (como en un termopar), una corriente eléctrica (como en un fototransistor), etc.



2.3.3.1. Sensor final de carrera

Sensor de contacto (también conocido como "interruptor de límite"), son dispositivos eléctricos, neumáticos o mecánicos situados al final del recorrido o de un elemento móvil, como por ejemplo una cinta transportadora, con el objetivo de enviar señales que puedan modificar el estado de un circuito.

Internamente pueden contener interruptores normalmente abiertos (NA), cerrados (NC) o conmutadores dependiendo de la operación que cumplan al ser accionados, de ahí la gran variedad de finales de carrera que existen en mercado.

Los finales de carrera están fabricados en diferentes materiales tales como metal, plástico o fibra de vidrio.

Final de carrera



Figura 8. Siemens

2.3.3.2. Sensor Fotoeléctrico

Sensor fotoeléctrico o fotocélula es un dispositivo electrónico que responde al cambio en la intensidad de la luz. Estos sensores requieren de un componente emisor que genera la luz, y un componente receptor que percibe la luz generada por el emisor. Todos los diferentes modos de sensado se basan en este principio de funcionamiento. Están diseñados especialmente para la detección, clasificación y posicionado de objetos; la detección de formas, colores y diferencias de superficie, incluso bajo condiciones ambientales extremas.

Sensores fotoeléctricos



Figura 9. Catálogo Sick

Los sensores ópticos se usan para detectar el nivel de luz y producir una señal de salida representativa respecto a la cantidad de luminosidad detectada. Éste tipo de sensor incluye un transductor fotoeléctrico para convertir la luz a una señal eléctrica y puede incluir electrónica para el acondicionamiento de la señal, compensación y formateo de la señal de salida.

El sensor de luz más común es el LDR -Light Dependant Resistor o Resistor dependiente de la luz. Un LDR es básicamente un resistor que cambia su resistencia cuando cambia la intensidad de la luz. Existen tres tipos de sensores fotoeléctricos, los sensores por barrera de luz, reflexión sobre espejo o reflexión sobre objetos.

2.4. Sistemas SCADA para control de procesos

Los sistemas SCADA (Supervisory Control And Data Adquisition) son aplicaciones de software, diseñadas con la finalidad de controlar y supervisar procesos a distancia. Se basan en la adquisición de datos de los procesos remotos.

Se trata de una aplicación de software, especialmente diseñada para funcionar sobre ordenadores en el control de producción, proporcionando comunicación con los dispositivos de campo (controladores autónomos, autómatas programables, etc.) y controlando el desarrollo del proceso de forma automática desde una computadora.

Además, envía la información generada en el proceso productivo a diversos usuarios, tanto del mismo nivel como hacia otros supervisores dentro de la empresa, es decir, que permite la participación en el proceso de otras áreas como por ejemplo: control de calidad, supervisión, mantenimiento, etc.

Cada uno de los ítems de SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de datos) involucran muchos subsistemas, por ejemplo, la adquisición de los datos puede estar a cargo de un PLC (Controlador Lógico Programable) el cual toma las señales y las envía a las estaciones remotas usando un protocolo de comunicación determinado, otra forma podría ser que una computadora realice la adquisición vía un hardware especializado y luego esa información la transmita hacia un equipo de radio vía su puerto serial, existen muchas otras alternativas de transmisión.

Las tareas de Supervisión y Control generalmente están más relacionadas con el software SCADA, en él, el operador puede visualizar en la pantalla del computador cada una de las estaciones remotas que conforman el sistema, los estados de ésta, las situaciones de alarma y tomar acciones físicas sobre algún equipo lejano, la comunicación se realiza mediante buses especiales o redes LAN. Todo esto se ejecuta normalmente en tiempo real, y están diseñados para dar al operador de planta la posibilidad de supervisar y enviar mandos de control a dichos procesos.

Los SCADA actúan sobre los dispositivos instalados en la planta, como son los controladores, autómatas, sensores, actuadores, registradores, etc. Además permiten controlar el proceso desde una estación remota, mediante software y un esquema básico y real del proceso.

Todos los sistemas SCADA deben permitir la adquisición de datos de todo equipo con la debida interfaz, así como la comunicación a nivel interno y externo (redes locales y de gestión). También deben ser programas versátiles, sin excesivas exigencias de hardware y fáciles de operar mediante interfaces amigables para el usuario.

2.4.1. Comparaciones de sistemas SCADA

Realizar comparaciones entre diferentes sistemas SCADA en un principio resulta difícil, sin embargo a medida que se profundiza en el tema, es evidente que las diferencias entre estos son mínimas, aunque cada sistema está desarrollado para una aplicación específica. Por lo tanto los elementos que conforman el sistema son básicamente los mismos y se distinguen únicamente en los sensores y actuadores particulares de cada proceso industrial.

Cada sistema SCADA debe ser capaz de identificar las etapas o características básicas, dentro de las cuales se encuentran los elementos propios o particulares de cada proceso industrial, por ejemplo, transductores de presión, temperatura, densidad, volumen, velocidad, contadores de eventos, etc., en resumen los bloques genéricos de un sistema SCADA son:

- Sensor transductor de fenómeno físico a eléctrico.
- Unidad Terminal Remota (RTU), para convertir las señales de los sensores a datos que se puedan transmitir al sistema supervisor.
- Medio para realizar la comunicación del proceso SCADA.
- Protocolo de comunicación entre los elementos del sistema.
- Módulos acondicionadores de señales.
- Actuadores para activación de elementos del proceso a supervisar y controlar.
- HMI conteniendo el panorama del proceso considerado en el SCADA.
- Sistema supervisor (PC), adquiriendo datos y enviando comandos de control al proceso.

2.4.2. Software para procesos SCADA.

El software será capaz de supervisar y controlar la cantidad necesaria de sensores, actuadores y PLC utilizados para el monitoreo, supervisión y control del proceso.

La mayoría de proveedores de software para SCADA suelen vender la licencia de su producto de acuerdo a un número máximo de nodos o elementos del sistema, por lo que se deberá comprar pensando en el sistema a implementar y en las posibilidades de expansión a futuro del mismo.

Finalmente es importante tener en cuenta el sistema operativo a utilizar, realizar las pruebas de compatibilidad del software SCADA con la o las computadoras a utilizar en la implementación del sistema.

A continuación se muestra una lista de software para la implementación de procesos SCADA y su fabricante:

Tabla 4.
Lista de software y su respectivo fabricante

SOFTWARE	FABRICANTE
Aimax	Desin Instruments S.A.
Cube	Orsi España S.A.
Fix	Intellution
Lookout	National Instruments
Monitor Pro	Schneider Electric
Scada Intouch	Logitek
Sysmac SCS	Omron
Scatt Graph 5000	ABB
WinCC	Siemens
Cirnet	Circutor S.A.
Fixdmacs	Omron-Interllution
RS-View32	Rockwell
Genesis32	Iconics
IGSS	7-Technologies

Nota. Elaborado por: Pablo Orozco

Por lo tanto la selección de elementos para implementar un sistema SCADA, estará íntimamente ligado al tipo de proceso industrial que se automatizará.

2.4.3. Ejemplos de procesos SCADA.

A continuación se muestran unos ejemplos de sistemas SCADA, los cuales se han implementado en los procesos industriales a los que hace referencia el título de los mismos.

- **Ejemplo SCADA de planta distribuidora de diésel.**

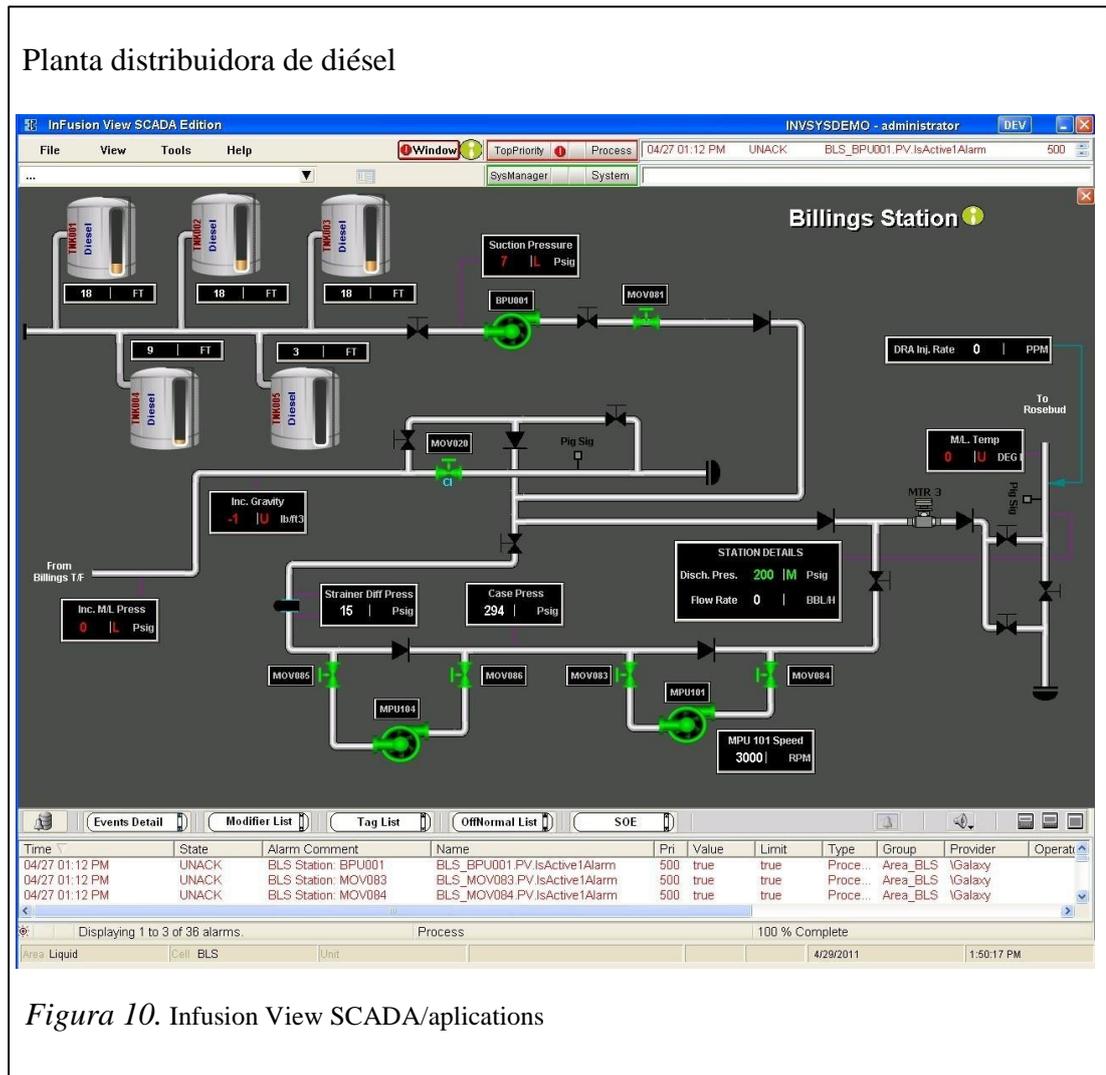


Figura 10. InFusion View SCADA/aplicaciones

- **Ejemplo SCADA de planta de monitoreo de caldero.**

Planta de monitoreo de caldero

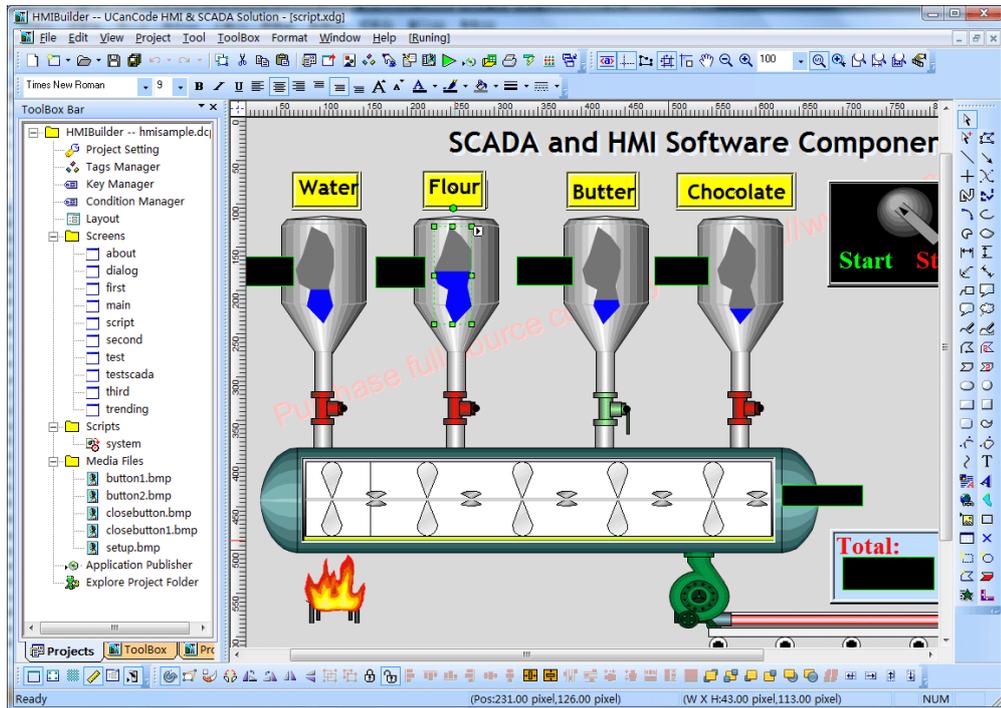


Figura 11. HMIBuilder/examples

2.5. Protocolos de comunicación

Protocolo de comunicación Modbus

Modbus un protocolo de comunicaciones situado en el nivel 7 del Modelo OSI, basado en la arquitectura maestro/esclavo o cliente/servidor, diseñado en 1979 por Modicon para su gama de controladores lógicos programables (PLCs). Convertido en un protocolo de comunicaciones estándar de facto en la industria, es el que goza de mayor disponibilidad para la conexión de dispositivos electrónicos industriales. Las razones por las cuales el uso de Modbus es superior a otros protocolos de comunicaciones son:

- Es público.
- Su implementación es fácil y requiere poco desarrollo.
- Maneja bloques de datos sin suponer restricciones.

Modbus permite el control de una red de dispositivos, por ejemplo un sistema de medida de temperatura y humedad, y comunicar los resultados a un ordenador.

Modbus también se usa para la conexión de un ordenador de supervisión con una unidad remota (RTU) en sistemas de supervisión adquisición de datos (SCADA). Existen versiones del protocolo Modbus para puerto serie y Ethernet (Modbus/TCP).

Protocolo de comunicación Profibus

Profibus es un estándar de comunicaciones para bus de campo. Deriva de las palabras PROcess FIEld BUS.

Profibus tiene tres versiones o variantes:

DP-V0. Provee las funcionalidades básicas incluyendo transferencia cíclica de datos, diagnóstico de estaciones, módulos y canales y soporte de interrupciones

DP-V1. Agrega comunicación acíclica de datos, orientada a transferencia de parámetros, operación y visualización

DP-V2. Permite comunicaciones entre esclavos. Está orientada a tecnología de drives, permitiendo alta velocidad para sincronización entre ejes en aplicaciones complejas.

Protocolo de comunicación Ethernet

Ethernet es un estándar de redes de área local para computadores con acceso al medio por detección de la onda portadora y con detección de colisiones (CSMA/CD). Ethernet define las características de cableado y señalización de nivel físico y los formatos de tramas de datos del nivel de enlace de datos del modelo OSI.

Ethernet se tomó como base para la redacción del estándar internacional IEEE 802.3, siendo usualmente tomados como sinónimos. Se diferencian en uno de los campos de la trama de datos. Sin embargo, las tramas Ethernet e IEEE 802.3 pueden coexistir en la misma red.

CAPÍTULO 3

PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN

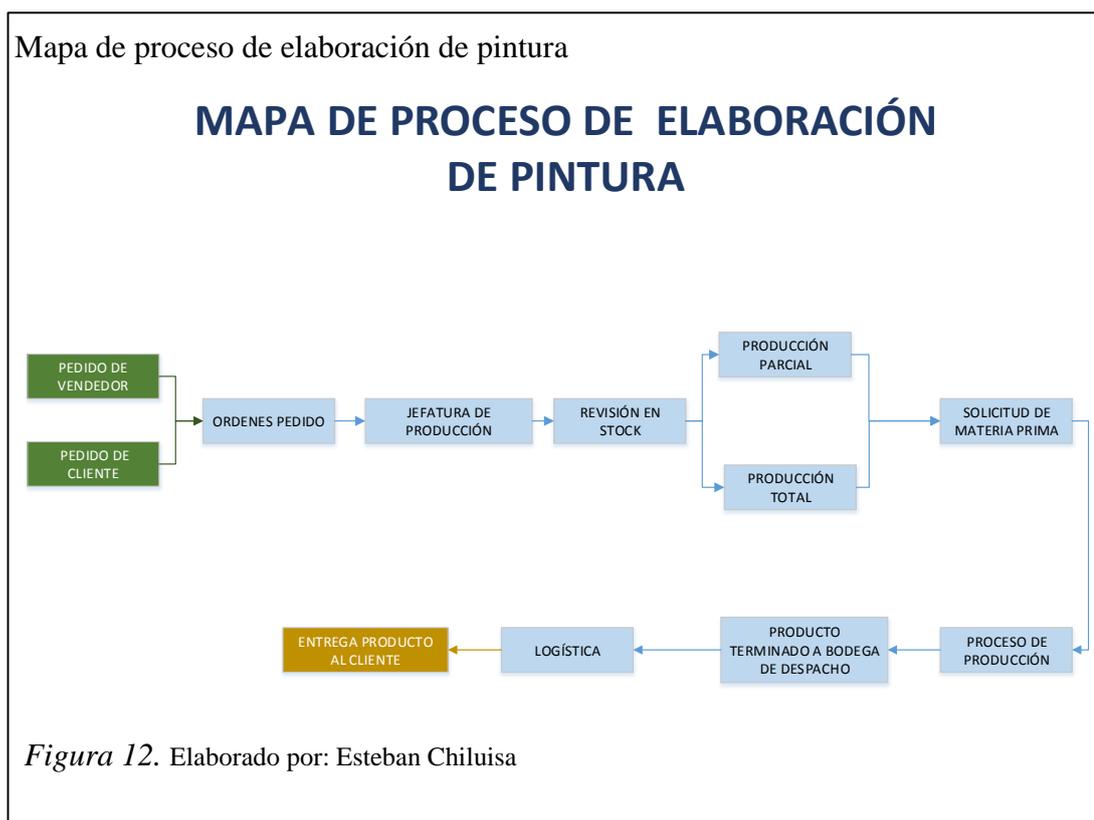
3.1. Procesos de clasificación y despacho

El proceso de clasificación y despacho consiste en la producción de tarros de pintura desde que se emite la orden de trabajo hasta que el producto sea entregado en bodega de despacho.

El proceso tiene 2 presentaciones de acuerdo a la capacidad de los envases que son:

1 paquete de 4 galones y 1 paquete de 8 litros.

3.1.1 Mapa de proceso de elaboración de pintura



Pedido de vendedor: el vendedor recibe el pedido del cliente. Todos los pedidos deben ser procesados mediante una orden de compra por parte del cliente.

Bajo ningún concepto una confirmación o pedido de forma verbal es válido para el proceso.

Pedido del cliente: el cliente que ya tiene una relación comercial con la empresa, genera el pedido de forma directa sin ponerse en contacto con un agente vendedor. De igual manera una orden de compra es el único documento válido para procesar el pedido, bajo ningún concepto una conformación o pedido de forma verbal es válido para el proceso.

Ordenes de pedido: receiptadas las órdenes de compra, el departamento comercial genera una orden de pedido y las canaliza al departamento de producción.

Jefatura de producción: este departamento está encargado de priorizar las órdenes de pedido de acuerdo a cantidades, ubicación, tiempos de entrega y stock de materia prima. La jefatura de producción es la encargada de revisar si parte del pedido se encuentra en stock.

Producción parcial: una vez que producción verifica que parte del pedido se encuentra en stock. En este paso se asigna a un operario el cual estará encargado del proceso de mezcla y dosificación de producto.

Producción total: la jefatura de producción verifica que todo el pedido debe ser elaborado. En este paso se asigna a un operario el cual estará encargado del proceso de mezcla y dosificación de producto.

Solicitud de materia prima: una vez que el departamento de producción que el producto debe ser elaborado de forma parcial o total. Emite una solicitud de salida de materia prima a bodega central con las cantidades requeridas para su elaboración.

Proceso de producción: el operador asignado a la producción del producto, retira la materia prima y es el encargado de realizar la mezcla de los productos y colocar en la tolva el producto listo a ser envasado.

Mientras se realiza éste proceso de mezcla, el envasador deberá tener listo los tarros de pintura en la línea de producción asignada. Así como regular el mecanismo de tapado dependiendo de la capacidad a producir (litros o galones).

Una vez que se tenga listo los tarros y materia prima, se procede a la dosificación del producto hasta llegar a finalizar el pedido.

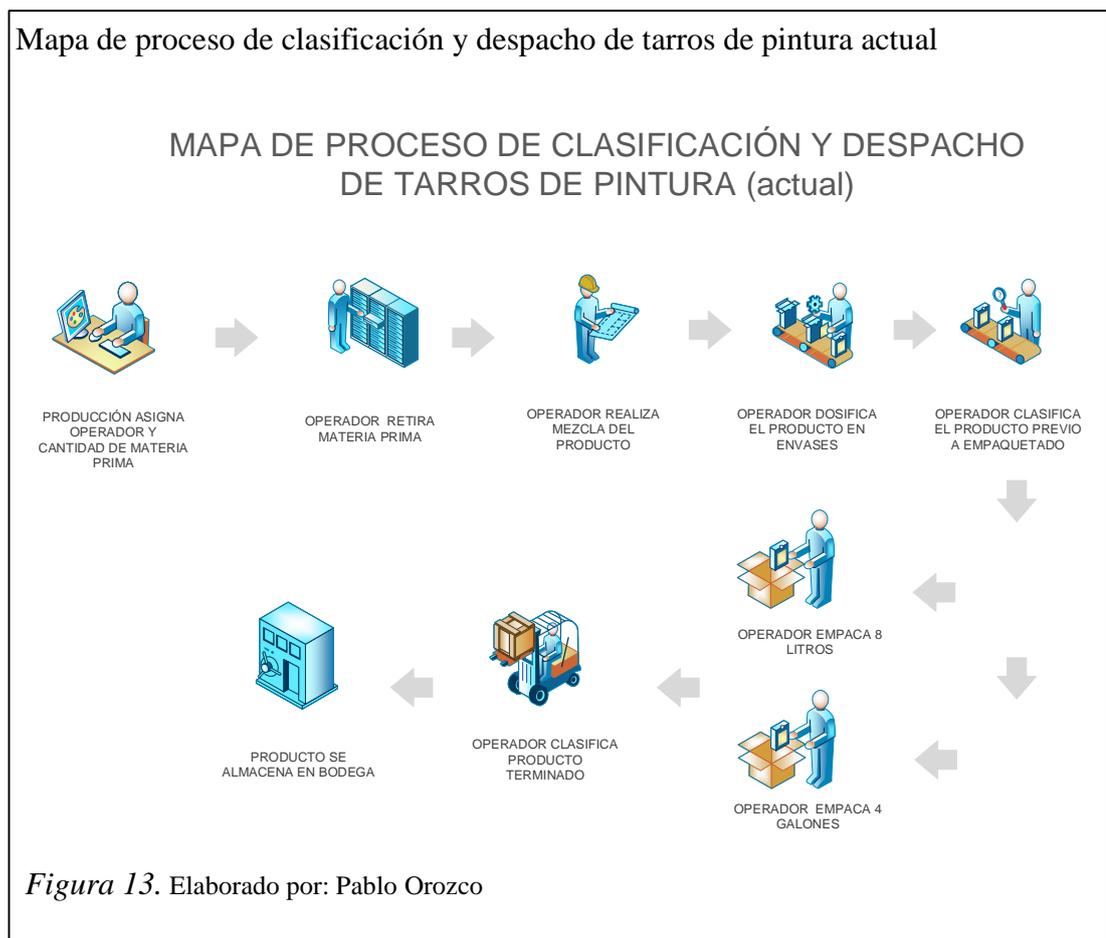
Producto terminado a bodega de despacho: una vez terminado el pedido, el operador encargado entrega la orden de pedido y el producto a bodega de despacho.

Logística: el departamento de logística comunica al cliente que su pedido está listo y coordina la entrega del producto a su destino final.

Entrega del producto al cliente: una vez que el departamento de logística finaliza el proceso de comunicación al cliente y verificación del producto, emite un documento vía correo. Detallando los datos del cliente y la emisión de la respectiva factura.

El transportista al llegar al lugar de destino deberá entregar al cliente la guía de remisión y factura finalizando así el proceso.

3.1.2. Mapa de proceso de clasificación y despacho de tarros de pintura actual



3.1.3. Mapa de proceso de clasificación y despacho de tarros de pintura propuesto



3.2. Hardware

El hardware se refiere a todos los componentes o partes físicas del sistema como son: equipos de automatización y control, equipos neumáticos, maquinaria, cables, tableros y cualquier otro elemento físico involucrado.

3.2.1. Materiales

Los materiales recomendados y estipulados para una futura implementación del sistema se detallan en la siguiente tabla. Bajo políticas de la empresa Prodetekn se trabajará solo con materiales marca Siemens.

Tabla 5.
Lista de materiales requeridos

Ítem	Descripción	Cod. siemens	Cant	Unidad
1	PLC S7-300 CPU 315 -2 PN/DP	100041486	1	U
2	MODULO DE SEÑAL 32 DI	100017313	1	U
3	MODULO DE SEÑAL 16 DO	100017318	1	U
4	FUENTE DE PODER PS307 24VDC - 5ª	100071775	1	U
5	LUZ PILOTO VERDE 220VAC	100014683	4	U
6	BREAKER REGULABLE 63-80ª	100020996	1	U
7	BREAKER RIEL DIN 2P-6A	100059992	1	U
8	BREAKER RIEL DIN 1P-6A	100060008	2	U
9	BREAKER RIEL DIN 3P-6A	100060011	4	U
10	BORNERAS 32ª	100021139	60	U
11	CONTACTOR 7A / 220VAC	100176182	4	U
12	RELÉ TERMICO 0.7-1ª	100176277	3	U
13	RELÉ TERMICO 2.2-3.2 A	100176285	1	U
14	PULSADOR PARO DE EMERGENCIA	100014653	4	U
15	RELÉ MINIATURA 11 PINES 24VDC	100037697	13	U
16	BASE RELÉ MINIATURA 11 PINES	100030536	13	U
17	SELECTOR 2 POSICIONES CON LLAVE	100014651	4	U
18	PULSADOR METÁLICO VEDE	100014647	4	U
19	PULSADOR METÁLICO ROJO	100014652	4	U
20	CAJA PLÁSTICA PARA 2 COMANDOS	100014699	4	U
21	FINAL DE CARRERA	100025571	6	U
22	RIEL INSTALACIÓN S7-300 530mm	100017082	1	U
23	CAJA PLASTICA PARA 1 COMANDO	100014694	4	U
24	CABLE #18 AWG AZUL		100	m
25	CABLE #18 AWG ROJO		100	m
26	CABLE CONCENTRICO 4x14 AWG		40	m
27	CABLE CONCENTRICO 3x18 AWG		70	m
28	CANALETA RANURADA 40X60		3	U
29	RIEL DIN		4	U
30	AMARRA PLÁSTICA 15cm		200	U
31	TERMINAL PUNTERA CABLE #18		500	U
32	CAJA PLÁSTICA TOMACORRIENTE DEXON		1	U
33	TOMACORRIENTE CON TAPA		1	U
34	LÁMPARA PARA TABLERO 50cm		1	U
35	CABLE UTP CAT 6		20	m
36	GABINETE METÁLICO 100x80X25cm		1	U

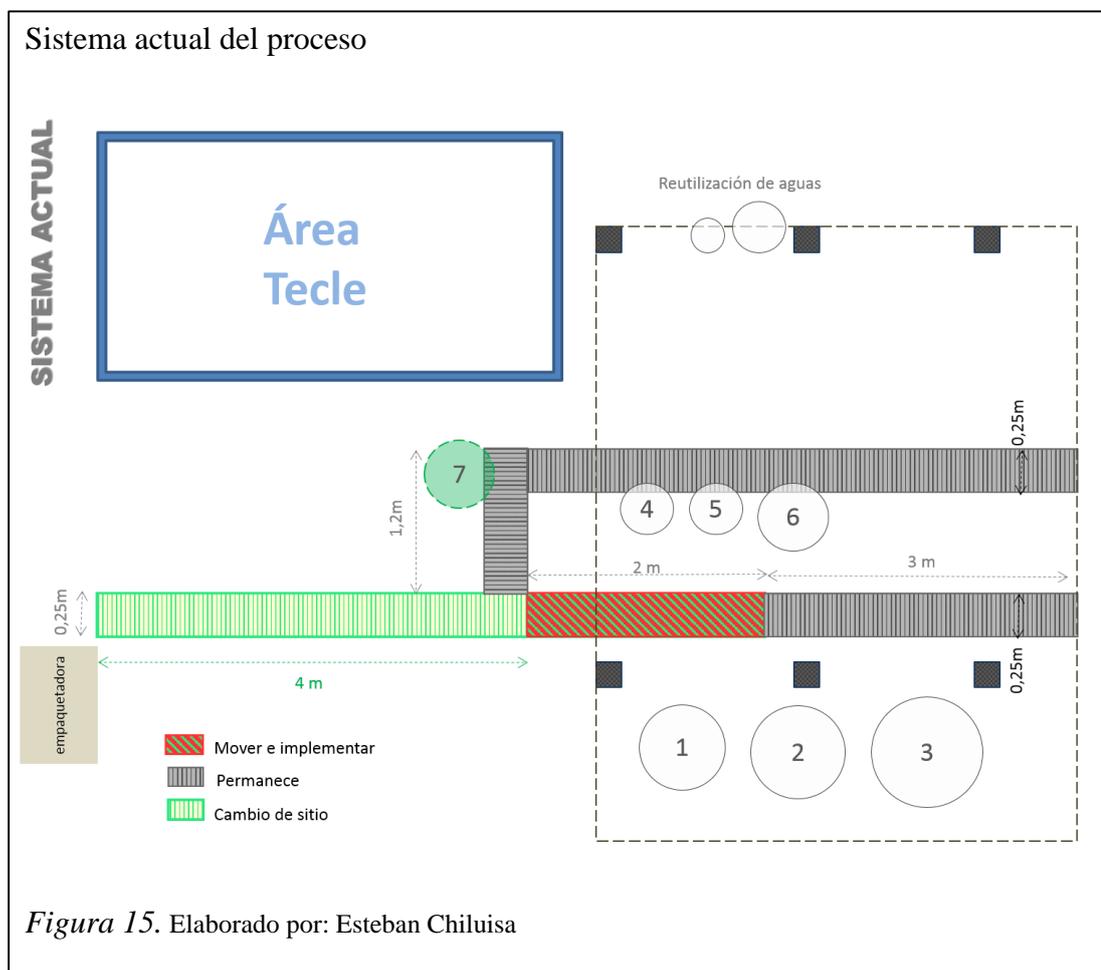
Nota. Elaborado por: Pablo Orozco

3.2.2. Estructura y dimensiones de banda transportadora

En la planta se encuentra instalado un sistema transportador que consta de 2 bandas para las líneas de producción 1 y 2 respectivamente.

La estructura de la banda está construida de placas de acero de 10mm y el sistema transportador está elaborado con láminas de acero inoxidable unidas entre sí, formando una cinta a lo largo de la estructura.

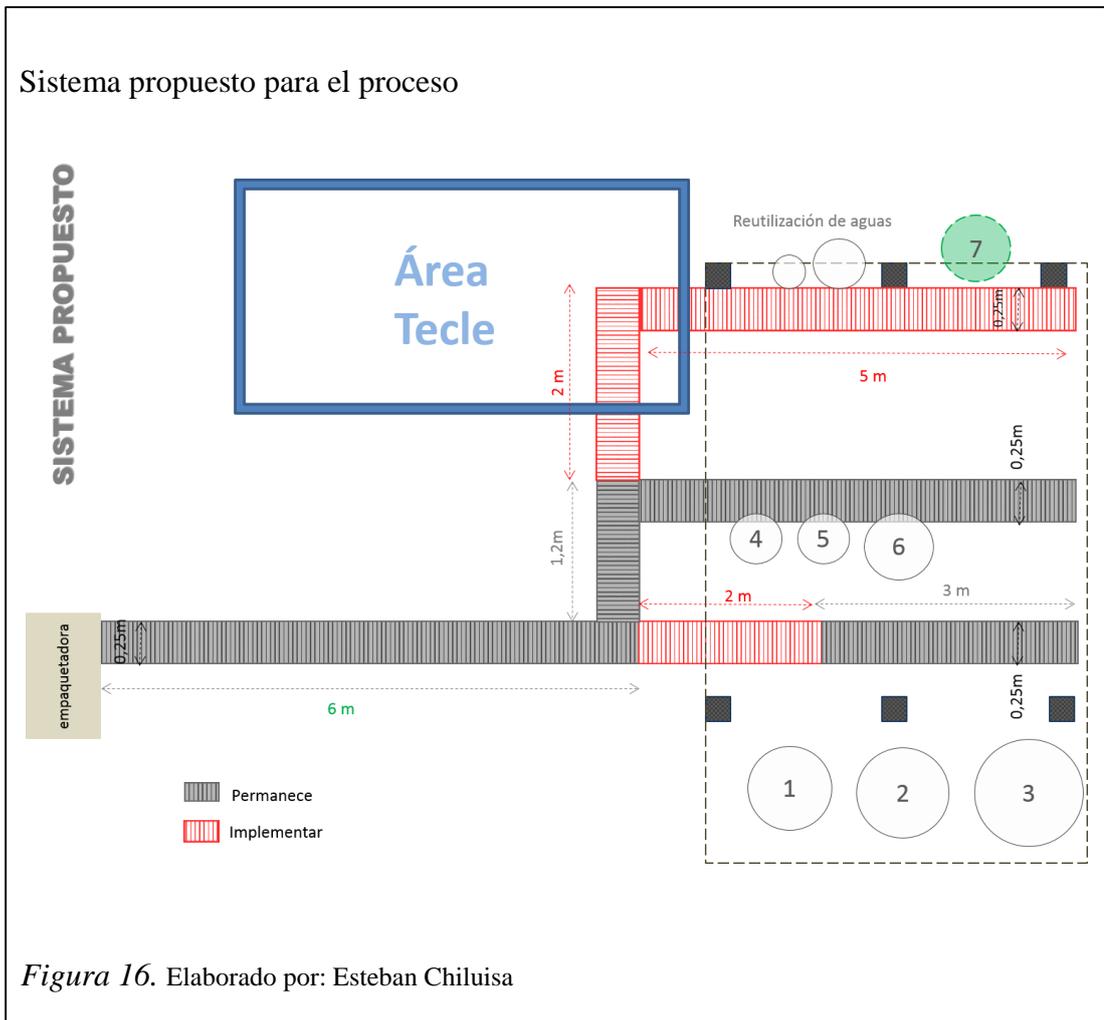
Para su movimiento, consta de un motor de $\frac{1}{4}$ HP a 1800rpm acoplado a una caja reductora para reducir la velocidad y aumentar el torque.



Dentro de la propuesta se diseñó una banda de iguales características para tener un proceso equitativo del sistema.

Consta de la ampliación de la banda transportadora de la línea 3 en 7m de longitud. Adicionalmente se separa la banda de línea 1 que está siendo utilizada como producción y despacho. Aumentando su longitud de 3 a 5m.

La empaquetadora deberá ser desplazada al final de la línea de despacho para acoplar el proceso de despacho y empaquetado.



3.2.3. PLC SIMATIC (SIEMENS)

PLC siemens simatic S7-300



Figura 17. Siemens

El SIMATIC S7-300 está concebido para soluciones de sistema innovadoras con especial énfasis en tecnología de fabricación y como sistema de automatización universal, constituye una solución óptima para aplicaciones en estructuras centralizadas y descentralizadas.

Potentes módulos centrales con interfaz industrial Ethernet / PROFINET, funciones tecnológicas integradas o versión de seguridad en un sistema coherente evitan inversiones adicionales.

El S7-300 se puede configurar de forma modular, no hay ninguna regla de asignación de slots para los módulos periféricos. Hay disponible una amplia gama de módulos, tanto para estructuras centralizadas, como para estructuras descentralizadas con ET-200M

El uso de la Micro Memory Card como memoria de datos y programa hace innecesaria una pila y ahorra costos de mantenimiento. Además, en esta tarjeta de memoria se puede guardar un proyecto asociado con símbolos y comentarios para simplificar el trabajo de mantenimiento.

Así mismo, la Micro Memory Card permite la actualización sencilla del programa o del firmware sin programadora. Además se puede utilizar durante el funcionamiento para guardar y consultar datos, por ejemplo, para archivar medidas o para procesar recetas.

Además de la automatización estándar, en un S7-300 también se pueden integrar funciones de seguridad y control de movimiento.

Muchos de los componentes S7-300 también están disponibles en una versión SIPLUS para condiciones ambientales extremas como, por ejemplo, rango de temperatura ampliado (de -40/25 a -60/70°C) y utilización en atmósfera agresiva/condensación.

Las especificaciones técnicas del equipo se encuentran detalladas en el Anexo 1.

3.2.4. Sensor fotoeléctrico



Descripción del producto:

- Disponibles en una gran variedad de acuerdo a la distancias de detección.
- Ajuste de la distancia de detección a través del potenciómetro.
- Conexión: M12, 4 pines.

Beneficios:

- Supresión de fondo de alto rendimiento. Mayor alcance emisor – receptor garantizan la detección de objetos.
- Detección segura de superficies altamente reflectantes.
- Menos tiempo de inactividad en entornos industriales.
- Inmunidad a diafonía y luz ambiental reducen lecturas falsas.

Características:

Dimensiones: 20 mm x 76 mm x 31,5 mm.

Diseño del encapsulado (emisión de luz): rectangular, Delgado.

Rango de detección máx: 100 mm...200 mm.

Rango de detección: 100 mm...200 mm.

Tipo de luz: Luz infrarroja.

Fuente de luz: LED.

Longitud de onda: 586 nm.

Diámetro del punto luminoso (distancia): Ø 8 mm (200 mm).

Ajuste de sensibilidad: potenciómetro de 9 vueltas.

Características especiales: V-óptica.

3.2.5. Unidad de Mantenimiento

Unidad de Mantenimiento FESTO FRC1/2-D-MIDI-A



The image shows a Festo FRC1/2-D-MIDI-A maintenance unit, which is a vertical, cylindrical component with a blue top cap and a grey body. It features a pressure gauge on the right side and a blue air inlet at the bottom.

-  - Caudal
80 ... 8700 l/min
-  - Temperatura
-10 ... +60 °C
-  - Presión de funcionamiento
1 ... 16 bar

Figura 19. Catálogo Festo

FRC/FRCS cuenta con purga de condensado semiautomática o automática, con manómetro.

Características:

- Filtro, regulador y lubricador en una unidad.
- Gran caudal y eficiencia de retención de partículas de suciedad.
- Buenas características de regulación con baja histéresis.
- Cabezal bloqueable para asegurar los valores ajustados.
- Botón giratorio con cerradura integrada.
- Dos márgenes de regulación de la presión: 0,5...7 bar y 0,5...12 bar.
- Dos conexiones para manómetros para una instalación más versátil.
- Con purga manual, semiautomática o automática del condensado.
- Cartuchos de 5 μm o 40 μm .

3.2.6. Cilindro Normalizado doble efecto

Cilindro Normalizado doble efecto FESTO DSBC-50-500-PPVA-N3



Figura 20. Catálogo Festo

Características

- Cilindro normalizado doble efecto.
- Diámetro del émbolo: 50mm.
- Carrera: 100mm.
- Conexiones neumáticas: M5.
- Plantilla de taladros normalizada.
- Bloqueo de la posición final mediante enganche mecánico para evitar la caída de la pieza.

- En caso de producirse una caída de presión, el vástago se fija en su posición final.

3.2.7. Final de carrera



Los interruptores de posición estándar SIRIUS1 cumplen la mayoría de los requisitos de la práctica industrial de manera segura. Esto debido a su diseño modular, unificado y con múltiples variantes de accionamientos.

También resulta mucho más fácil y eficiente realizar los trabajos de montaje, cableado y mantenimiento.

Características:

- El diseño modular con un gran número de componentes unificados ayuda a reducir la diversidad de las variantes, simplificando a la vez el almacenamiento y aumentando la disponibilidad de las piezas de recambio.
- El bloque de contacto de 3 polos proporciona más seguridad gracias a la desconexión redundante y a la señalización adicional. No es necesario disponer de más espacio que con los bloques de contacto de 2 polos.
- Contactos de acción brusca: Conmutación simultánea de todos los contactos, punto de conmutación independiente de la velocidad de accionamiento, sin desgaste de contacto.

- Carrera corta precisión mejorada gracias a un recorrido de accionamiento reducido.
- 2 x 2 mm de distancia entre los contactos para la industria de ascensores permite una desconexión y una señalización simultánea.
- Contactos de acción normal: Diferencia de recorrido (pausa sin corriente, solape) entre contactos NC y NA, $v_{mín} = 0,4 \text{ m/s}$.

3.2.8. Válvula Monoestable



Ventajas:

- Válvulas de óptima relación tamaño/rendimiento. Las electroválvulas Compact performance CPE se distinguen por su diseño compacto, bajo consumo de potencia eléctrica y gran caudal.
- Montaje en el cilindro.
- En partes móviles de la máquina.
- Montaje individual variable.

CPE10, CPE14 y CPE18: Configuración sencilla de baterías mediante bloques distribuidores de sólido aluminio para entre 2 hasta 10 posiciones de válvulas o mediante bloques distribuidores modulares de robusto material sintético.

- Tiempo de respuesta corto.
- Reacciones rápidas Optimización de las instalaciones.

- Ciclos de máquina más rápidos.
- Producción de mayor cantidad de piezas.
- Menor consumo de energía.
- Accionamiento manual auxiliar fácil de usar.
- Válvula biestable de 5/2 vías con alimentación externa del aire de pilotaje.

Válvula de 5/3 vías con alimentación externa del aire de pilotaje, centro cerrado -H-
 Importante si en la electroválvula de 5/3 vías se aplica tensión simultáneamente a ambas bobinas, la válvula mantiene su posición de conmutación. Si ambas bobinas no reciben corriente, la válvula ocupa su posición central por acción del muelle.

Los conectores tipo zócalo KMYZ-9 para tamaños CPE10 y CPE14 incluyen la reducción de la intensidad. Por lo tanto, todas las válvulas CPE tienen un tiempo de utilización del 100 %.

3.2.9 Tablero especificaciones técnicas

El tablero suministrado es tipo Gabinete, ensamblado con lámina de acero negro 2mm de espesor. Sometida a un tratamiento de: desengrasado, desoxidante y fosfatizado previo al proceso de pintura. Pintura de poliéster termo-endurecible epoxi de revestimiento en polvo texturizado en RAL7035.

Para garantizar la hermeticidad posee un empaque de Neopreno eléctrico en la puerta.

Especificaciones del tablero



Figura 23. Elaborado por: Esteban Chiluisa

3.2.10. Conexión física de la red

Conexión física de red

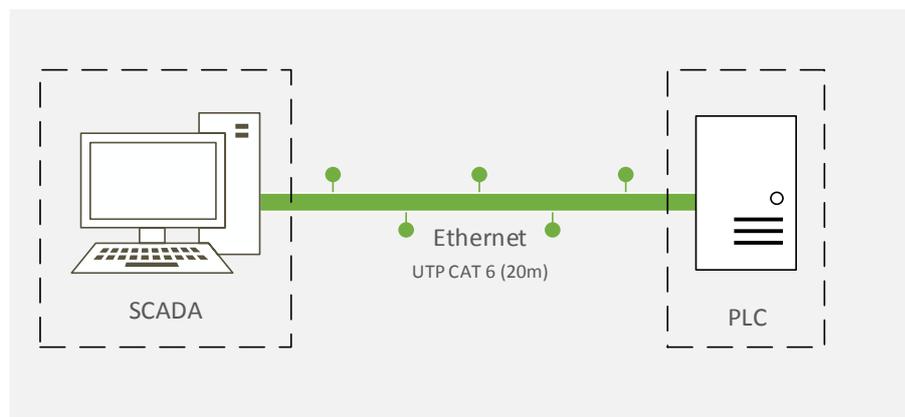


Figura 24. Elaborado por: Pablo Orozco

En caso de implementar el sistema propuesto la conexión será punto-punto considerando la instalación la instalación de 25 m de cable UTP CAT 6.

3.2.11. Planos eléctricos

Esquemático Fuerza 1 de 2

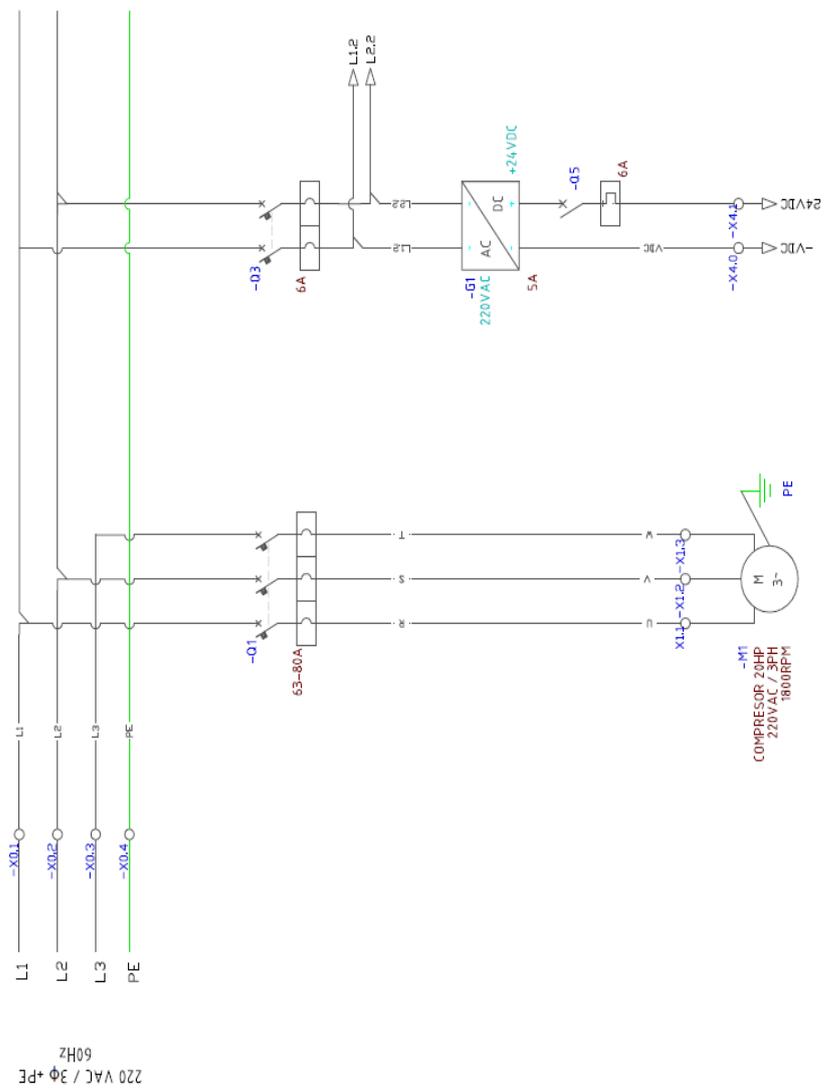


Figura 25. Elaborado por: Esteban Chiluisa

Esquemático Fuerza 2 de 2

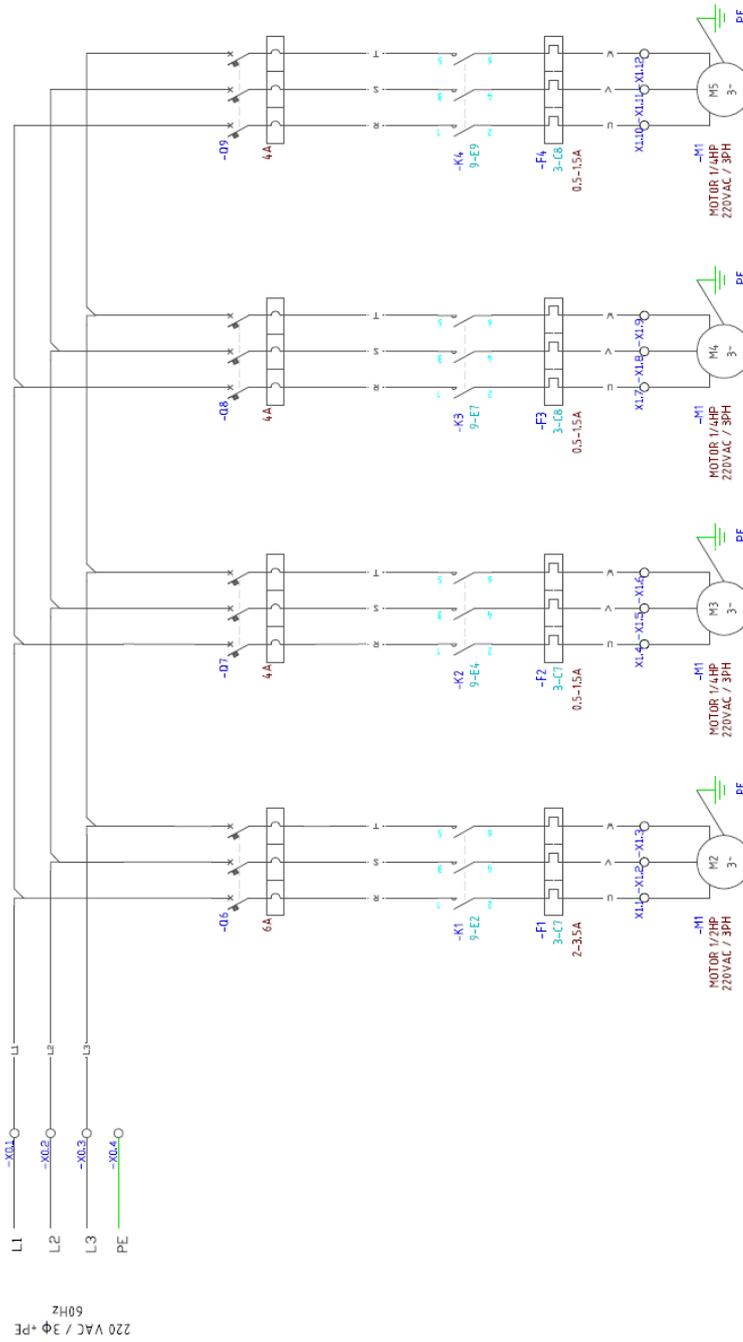


Figura 26. Elaborado por: Esteban Chiluisa

Planos de control

Esquemático Control 1 de 8

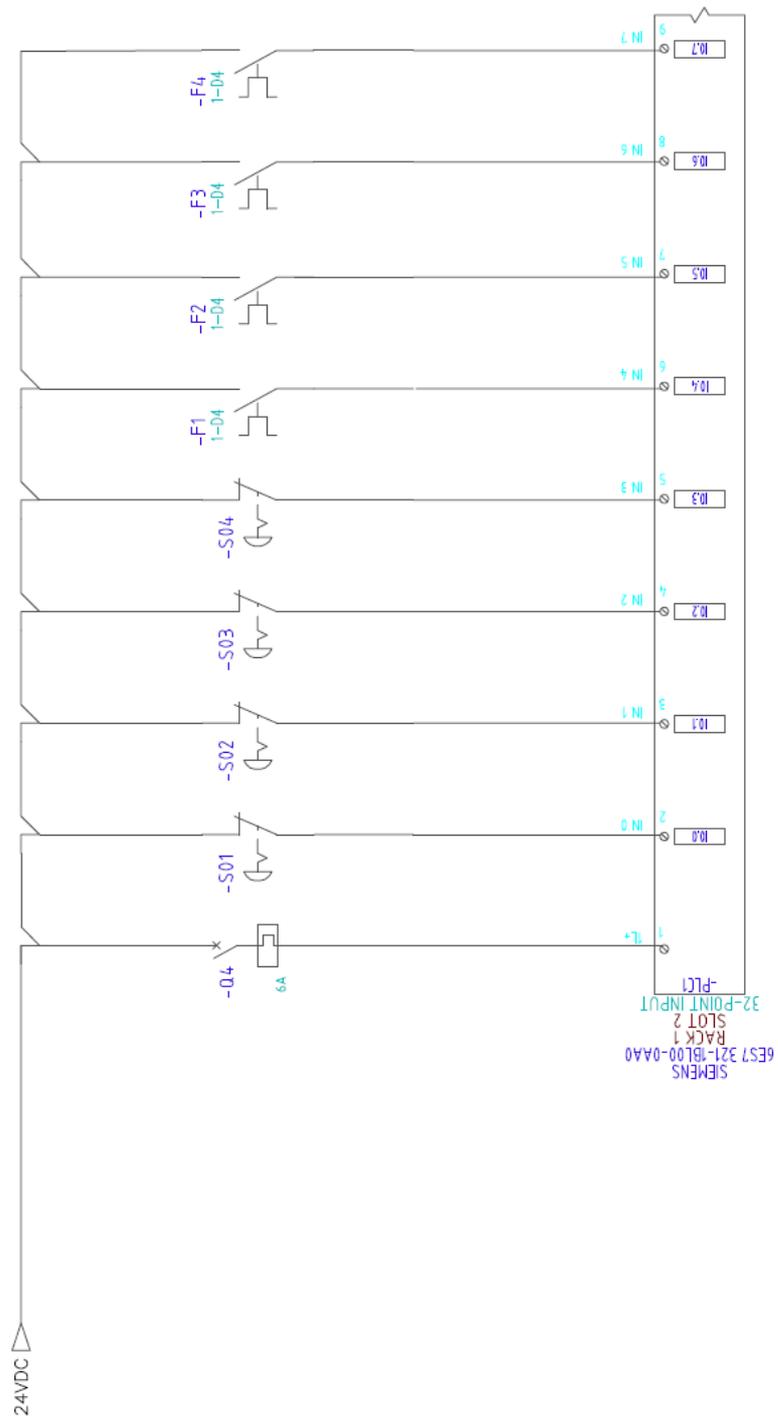


Figura 27. Elaborado por: Esteban Chiluisa

Esquemático Control 2 de 8

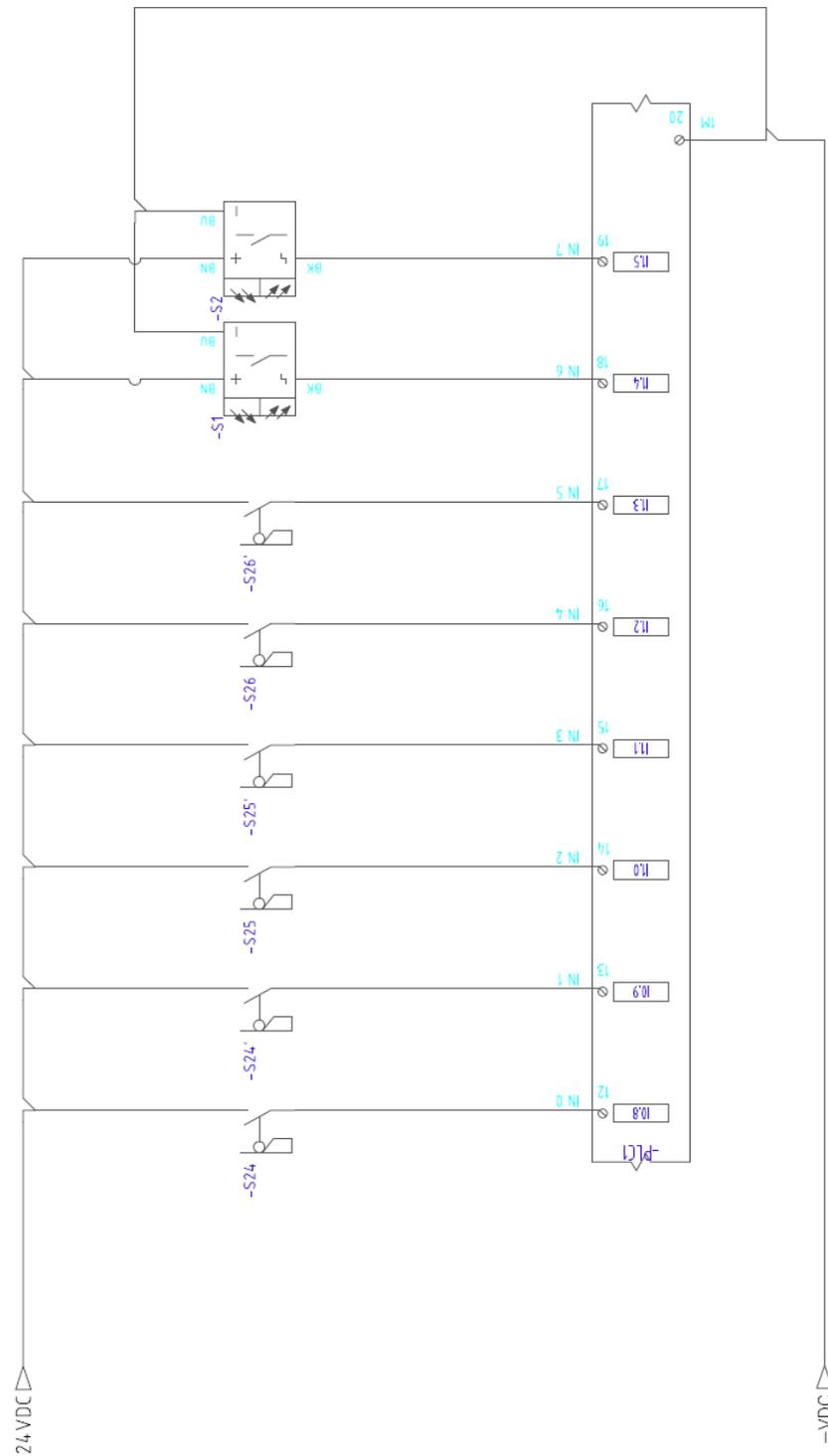


Figura 28. Elaborado por: Esteban Chiluisa

Esquemático Control 3 de 8

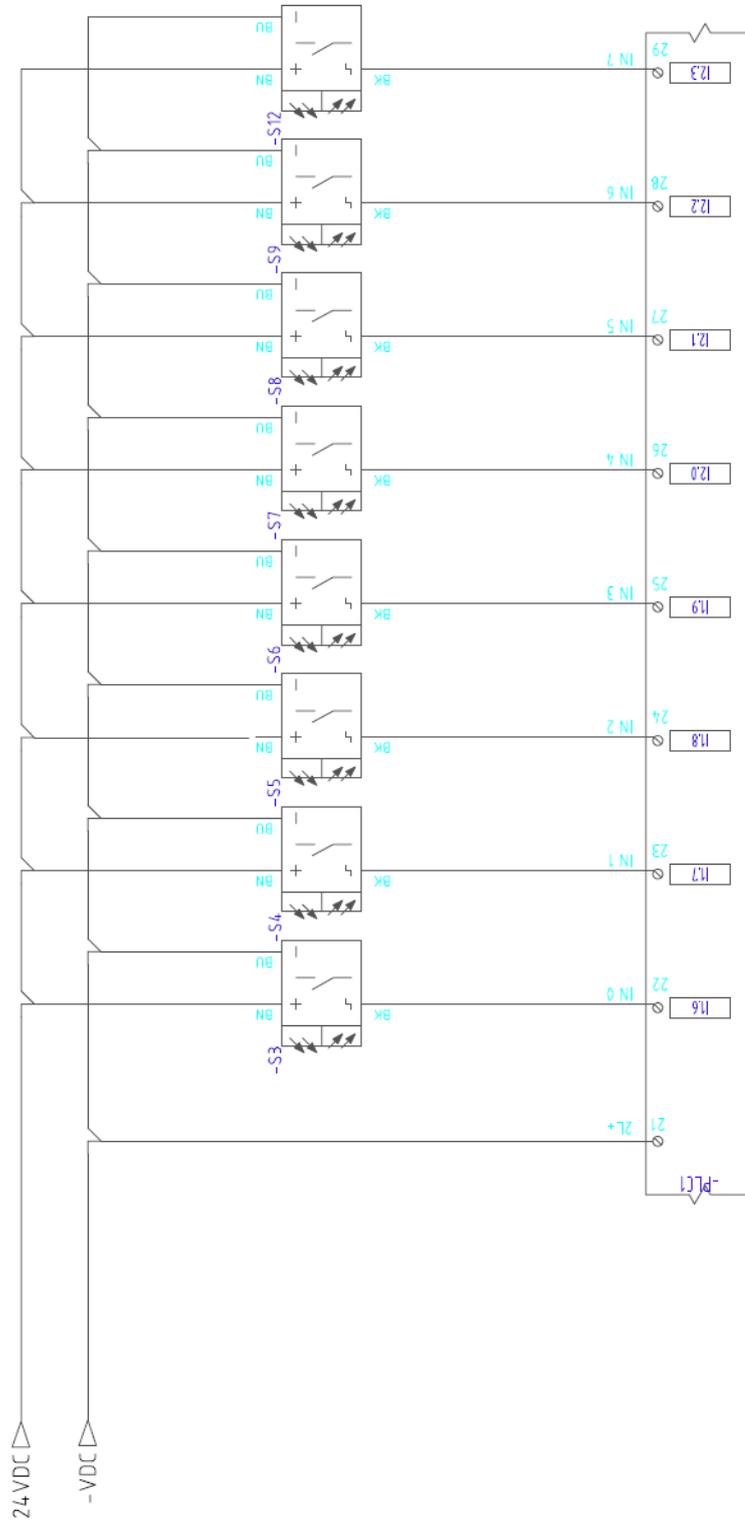


Figura 29. Elaborado por: Esteban Chiluisa

Esquemático Control 4 de 8

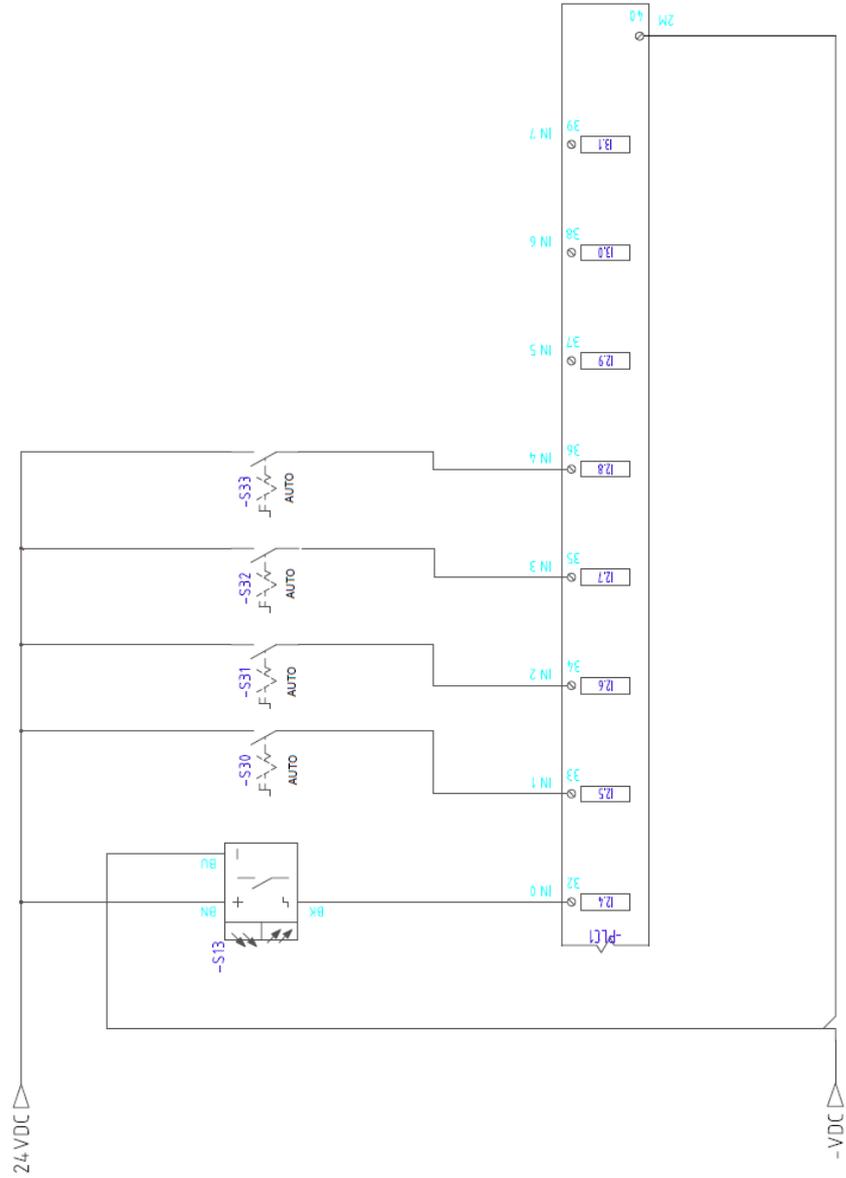


Figura 30. Elaborado por: Esteban Chiluisa

Esquemático Control 5 de 8

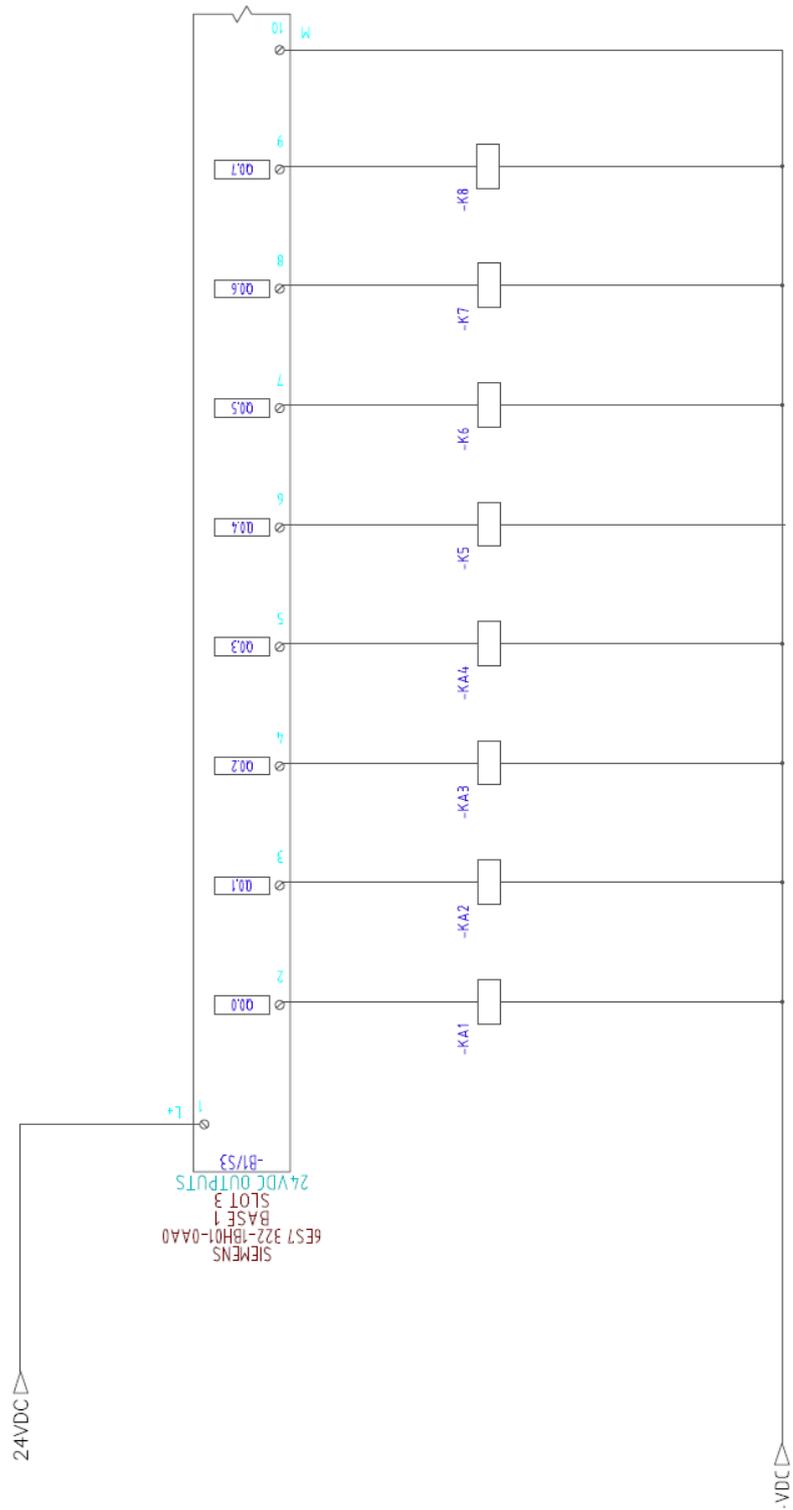


Figura 31. Elaborado por: Esteban Chiluisa

Esquemático Control 6 de 8

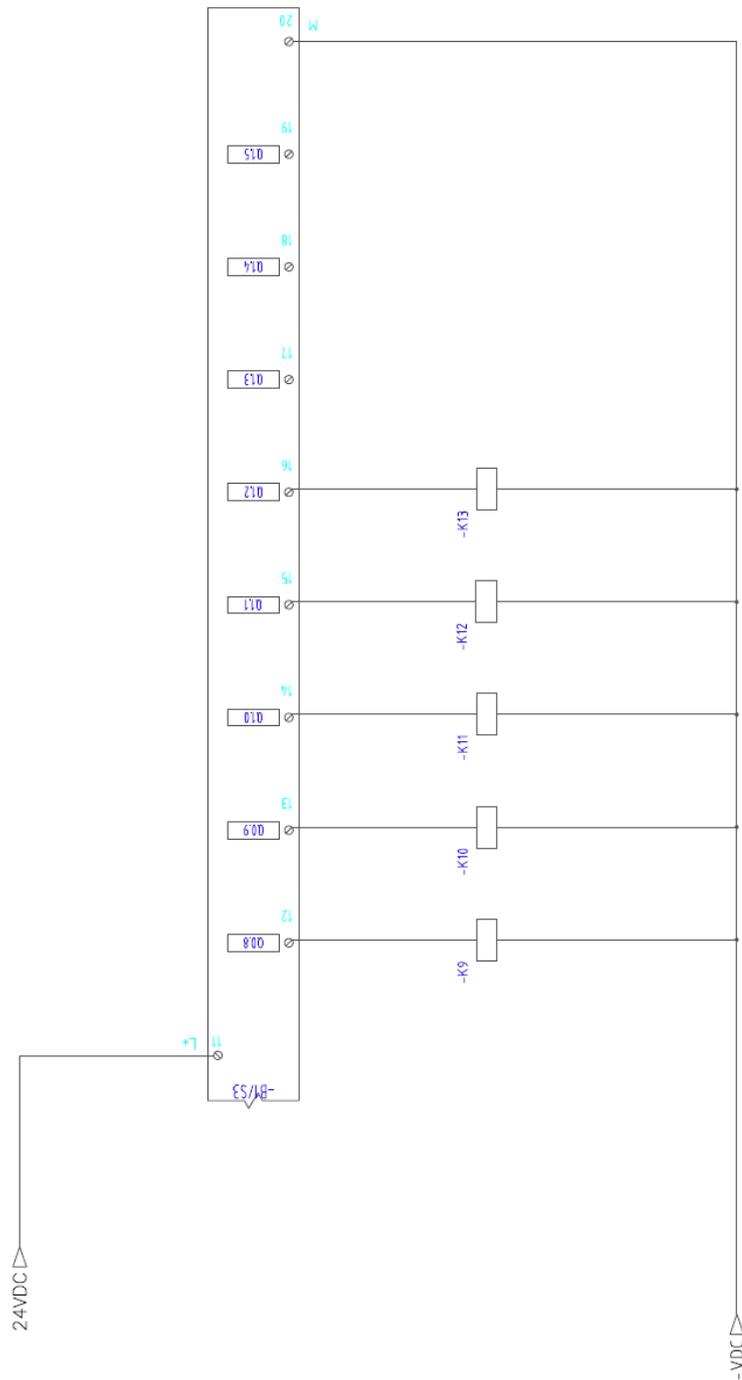


Figura 32. Elaborado por: Esteban Chiluisa

Esquemático Control 7 de 8

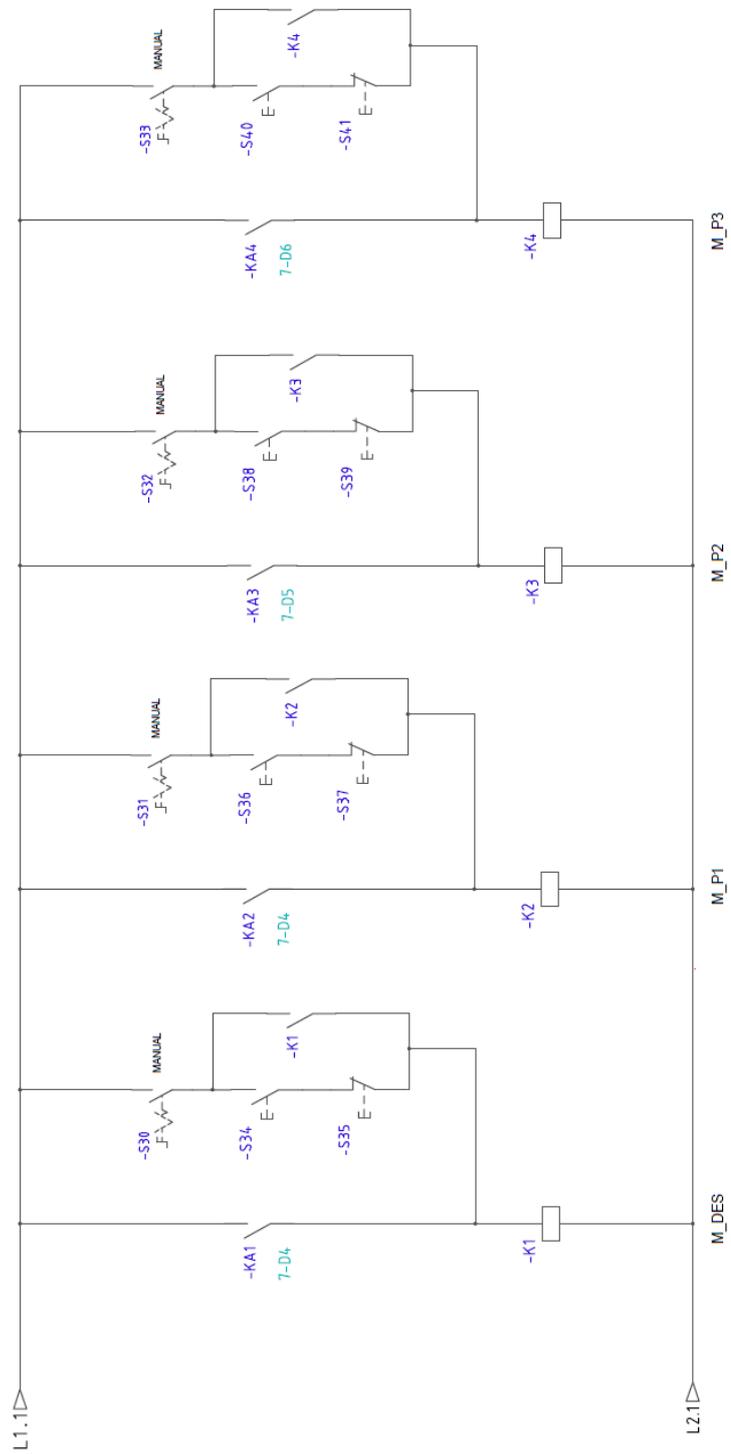


Figura 33. Elaborado por: Esteban Chiluisa

Esquemático Control 8 de 8

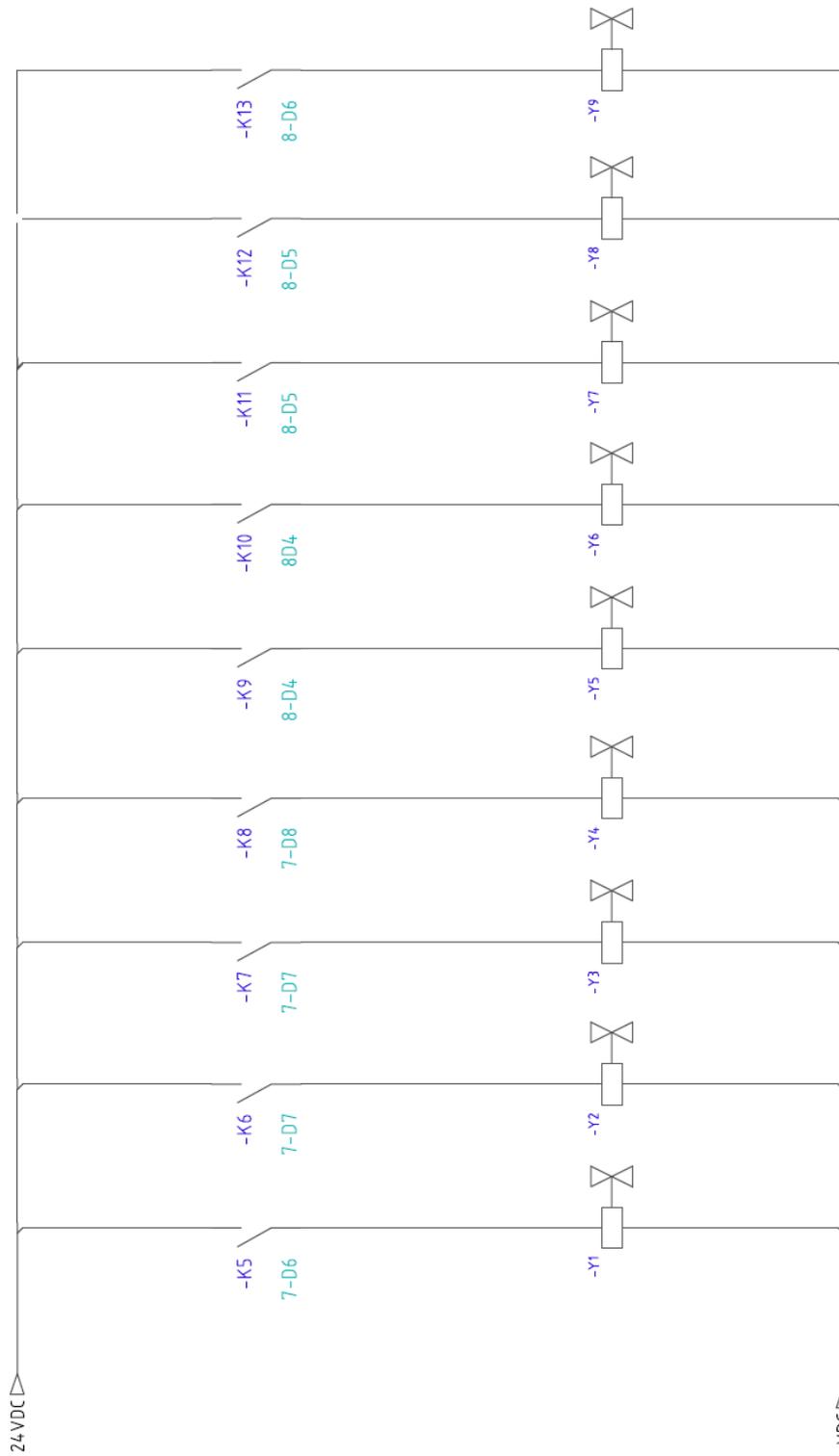


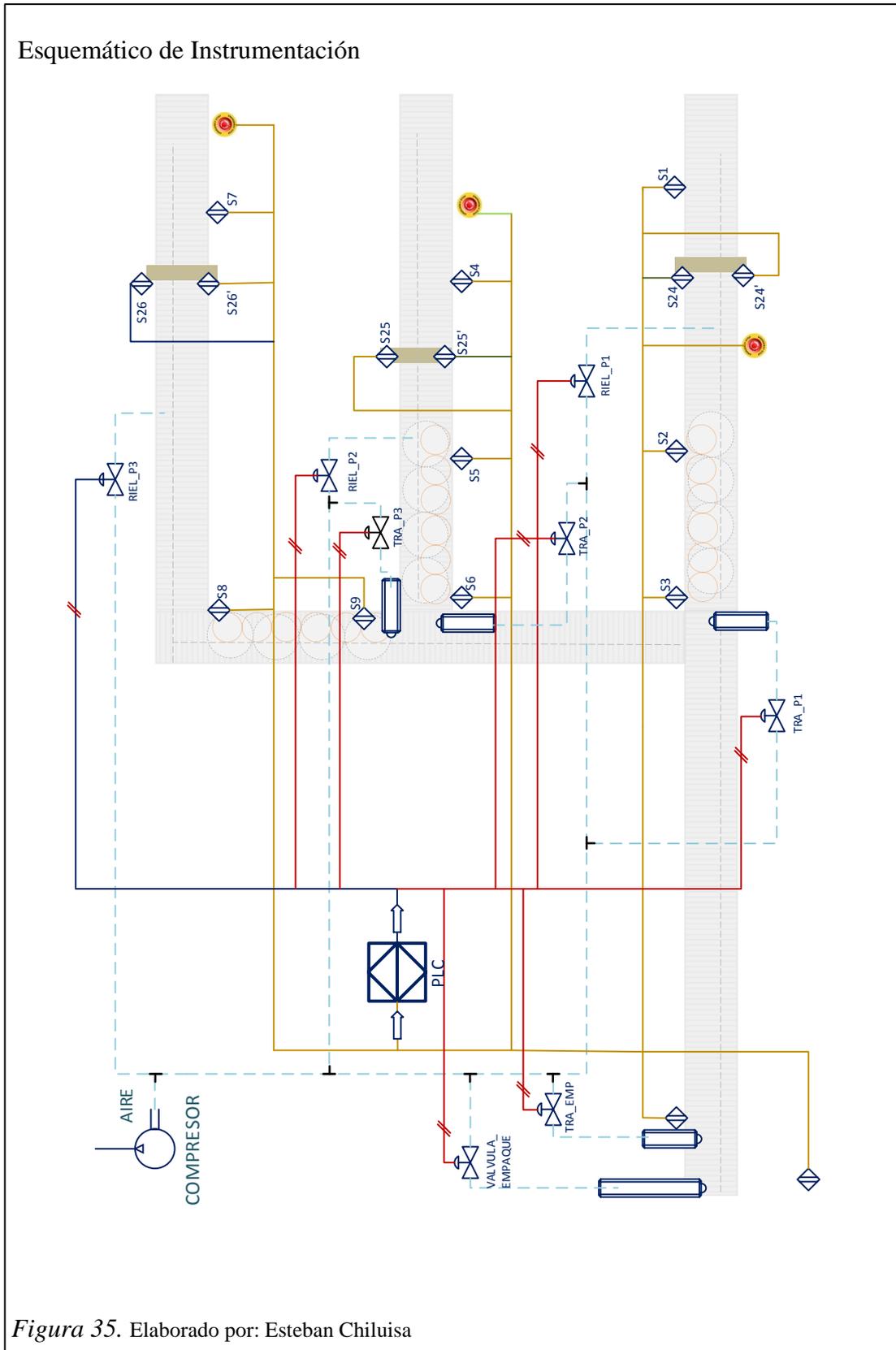
Figura 34. Elaborado por: Esteban Chiluisa

Tabla 6.
ID Planos Eléctricos

Tag	Fabricante	Elemento	Voltaje
-B1/S3	SIEMENS	SIMATIC S7-300 - SM 322 DIGITAL OUTPUT MODULE	+24VDC
-F1	SIEMENS	RELÉ TÉRMICO M1	2A - 3,5 A
-F2	SIEMENS	RELÉ TÉRMICO M2	0,5A - 1,5A
-F3	SIEMENS	RELÉ TÉRMICO M3	0,5A - 1,5A
-F4	SIEMENS	RELÉ TÉRMICO M4	0,5A - 1,5A
-G1	SIEMENS	FUENTE DE PODER SITOP 5A	+24VDC
-K1 , K4	SIEMENS	CONTACTOR 9A	220VAC
-K5 , K13	SIEMENS	RELÉ INDUSTRIAL MINIATURA	+24VDC
-KA1 , KA4	SIEMENS	RELÉ INDUSTRIAL MINIATURA	+24VDC
-M1	PORTEN	COMPRESOR DE TORNILLO 20HP	220VAC
-M1	WEG	MOTOR TRIFÁSICO 1/2 HP - 1800rpm	220VAC
-M1	WEG	MOTOR TRIFÁSICO 1/4 HP - 1800rpm	220VAC
-M1	WEG	MOTOR TRIFÁSICO 1/4 HP - 1800rpm	220VAC
-M1	WEG	MOTOR TRIFÁSICO 1/4 HP - 1800rpm	220VAC
-PLC1	SIEMENS	SIMATIC S7-300 - SM 321 DIGITAL INPUT MODULE	+24VDC
-Q1	SIEMENS	BREAKER CAJA MOLDEADA REGULABLE	63A - 80A
-Q3	SIEMENS	BREAKER RIEL DIN 2 POLOS	4A
-Q5	SIEMENS	BREAKER RIEL DIN 2 POLOS	6A
-Q6	SIEMENS	BREAKER RIEL DIN 3 POLOS	6A
-Q7 , -Q9	SIEMENS	BREAKER RIEL DIN 3 POLOS	4A
-S01 , -S04	SIEMENS	PULSADOR PARO DE EMERGENCIA	
-S1 , -S13	FESTO	SENSOR FOTOELÉCTRICO	+24VDC
-S24 , -S26	SIEMENS	FINAL DE CARRERA TIPO RODILLO	
-S24' , S26'	SIEMENS	FINAL DE CARRERA TIPO RODILLO	
-S30 , S33	SIEMENS	SELECTOR DOS POSICIONES	
-S34 , S40	SIEMENS	PULSADOR VERDE N/A	
-S35 , S41	SIEMENS	PULSADOR ROJO N/C	
-Y1 , Y9	FESTO	ELECTROVÁLVULA	+24VDC

Nota. Elaborado por: Esteban Chiluisa

3.2.12. Planos de instrumentación del sistema



3.3. Software

Se conoce como software al equipamiento lógico del sistema, que comprende el conjunto de los componentes lógicos necesarios que hacen posible la realización de tareas específicas. Los componentes lógicos incluyen, los programas, que permite al usuario realizar todas las tareas concernientes a la simulación del sistema, facilitando también la interacción entre los componentes físicos y el resto de las aplicaciones, y proporcionando una interfaz con el usuario.

3.3.1. InTouch 9.5

Pantalla InTouch 9.5



Figura 36. Software Intouch

El InTouch 9.5 de Wonderware, combina el software HMI más importante del mundo con gráfica de vanguardia lo cual permite a los usuarios obtener grandes mejoras en operatividad y productividad de ingeniería.

InTouch es un proceso abierto y HMI (Human Machine Interface) extensible que permite flexibilidad en el diseño de aplicaciones con conectividad a la más amplia gama de dispositivos de automatización en la industria. Ningún otro HMI en el mercado puede compararse al software InTouch en términos de innovación, integridad de arquitectura, conectividad e integración de dispositivos, ruta de migración de versiones de software sin interrupciones y facilidad de uso.

Esto se traduce en sistemas basados en estándares que permiten incrementar al máximo la productividad, optimizar la efectividad del usuario, mejorar la calidad y reducir los costos operacionales, de desarrollo y de mantenimiento.

3.3.1.1. Beneficios y características

- Facilidad de uso que le permite a desarrolladores y operarios ser más productivos de manera simple y rápida.
- Gran integración de dispositivos y conectividad a prácticamente todos los dispositivos y sistemas.
- Sus capacidades de representación gráfica y la interacción con sus operaciones permiten entregar la información correcta a las personas correctas en el momento correcto.
- Migración de versiones de software sin interrupción, lo que significa que la inversión en sus aplicaciones HMI está protegida.
- Mejoras operacionales que agilizan ventanas gráficas de acuerdo a la expansión y cantidad de información disponible.
- Editor de scripts robusto e intuitivo que permite a los programadores expertos, así como los no programadores personalizar rápidamente las funciones de aplicación.
- Arquitecturas flexibles y escalables para pequeñas y grandes sistemas que se pueden ampliar fácilmente para satisfacer necesidades futuras.

3.3.1.2. Capacidades

- Gráficos de resolución independiente y símbolos inteligentes que visualmente dan vida a su instalación directamente en la pantalla de su computadora.
- Sofisticado sistema de scripting para extender y personalizar aplicaciones en función de sus necesidades específicas.
- Alarmas distribuidas en tiempo real con visualización histórica para su análisis.
- Gráficos de tendencias históricas integradas y en tiempo real.
- Integración con controles Microsoft ActiveX y controles .NET.

- Librería extensible con más de 500 de objetos y gráficos prediseñados, "inteligentes" y personalizables.

3.3.1.3. Ventajas con otros programas

El software InTouch 9.5 se basa en la innovadora arquitectura ArchestrA. Tecnología ArchestrA permite a los usuarios tener un entorno unificado que integra la información procedente de varias fuentes y proporciona una infraestructura común para un conjunto de servicios.

Significativa ventaja que se obtiene con la capacidad de diseñar, construir, implementar, mantener y estandarizar aplicaciones con el más bajo costo total de propiedad. Los beneficios incluyen:

- Fácil actualización de aplicaciones existentes.
- Gran disminución de costos para desarrollar nuevos proyectos de automatización.
- Reducción substancial en el tiempo de ejecución.

3.3.1.4. Capacidad de localizar alarmas

El conocimiento de las alarmas del sistema y la capacidad de reconocerlos de manera oportuna puede ahorrar horas de inactividad, permitiendo una respuesta más rápida en situaciones críticas.

InTouch incluye varias herramientas de análisis y puntos de vista en alarmas, dando al personal la información idónea para poder analizar eventos antes, durante y después de una situación de alarma.

Herramientas de solución de problemas incluyen:

- Pantalla de alarma distribuida: proporciona un resumen e información de las alarmas actuales.
- Database view control: exposiciones históricas de las alarmas que se han registrado en la base de datos "logger".

3.3.1.6. Tabla de descripción

Tabla 7.

Descripción de elementos en sistema SCADA

Nombre	Descripción
RIEL_P3	Válvula monoestable 5/2 para regulación del sistema en Litros o Galones en línea 3
TRA_P3	Válvula monoestable 5/2 para activación de control de tráfico en línea 3
TRA_P2_3	Válvula monoestable 5/2 para activación de control de tráfico en línea 2 y 3
TRA_P2	Válvula monoestable 5/2 para activación de control de tráfico en línea 2 y 3
TRA_P1	Válvula monoestable 5/2 para activación de control de tráfico en línea 1
RIEL_P2	Válvula monoestable 5/2 para regulación del sistema en Litros o Galones en línea 2
RIEL_P1	Válvula monoestable 5/2 para regulación del sistema en Litros o Galones en línea 2
VALVULA_EMPAQUE	Válvula monoestable 5/2 que activa el pistón para colocar el producto en el área de empaquetado
TRA_EMP	Válvula monoestable 5/2 para control de tráfico en el área de empaquetado
S1	Sensor fotoeléctrico para conteo de producción en Línea 1
S2	Sensor fotoeléctrico que indica que la cantidad requerida para ser despachada y empaquetada en la línea 1 está lista
S3	Sensor fotoeléctrico para conteo de unidades enviadas de la línea 1 al proceso de despacho y empaquetado
S4	Sensor fotoeléctrico para conteo de producción en Línea 2
S5	Sensor fotoeléctrico que indica que la cantidad requerida para ser despachada y empaquetada en la línea 2 está lista
S6	Sensor fotoeléctrico para conteo de unidades enviadas de la línea 2 al proceso de despacho y empaquetado
S7	Sensor fotoeléctrico para conteo de producción en Línea 3
S8	Sensor fotoeléctrico que indica que la cantidad requerida para ser despachada y empaquetada en la línea 3 está lista
S9	Sensor fotoeléctrico para conteo de unidades enviadas de la línea 3 al proceso de despacho y empaquetado
S12	Sensor fotoeléctrico para conteo de producto que debe ser empaquetado de acuerdo a la capacidad de operación (litros 8 o galones 4)
S24	Final de carrera que indica que el sistema de tapado de la línea 3 está calibrado para Galones
S24'	Final de carrera que indica que el sistema de tapado de la línea 3 está calibrado para Litros

Continuación de la tabla 7.

NOMBRE	DESCRIPCIÓN
S25	Final de carrera que indica que el sistema de tapado de la línea 2 está calibrado para Galones
S25'	Final de carrera que indica que el sistema de tapado de la línea 2 está calibrado para Litros
S26	Final de carrera que indica que el sistema de tapado de la línea 1 está calibrado para Galones
S26'	Final de carrera que indica que el sistema de tapado de la línea 1 está calibrado para Litros
PARO EMERGENCIA	Pulsador para detener completamente la producción de la línea donde se encuentre activado

Nota. Elaborado por: Pablo Orozco y Esteban Chiluisa

3.3.1.7. Flujograma de sistema SCADA

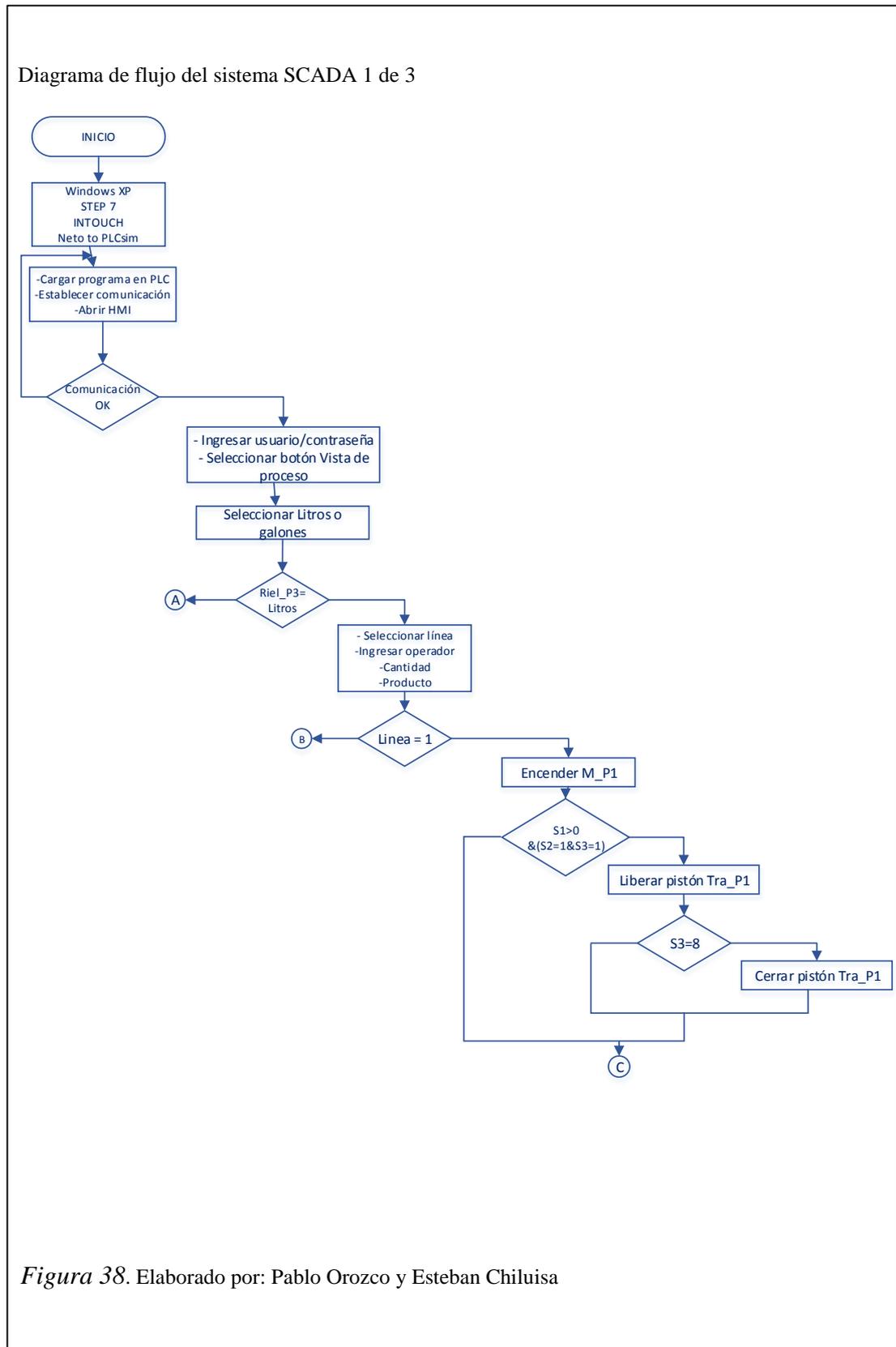


Figura 38. Elaborado por: Pablo Orozco y Esteban Chiluisa

Diagrama de flujo del sistema SCADA 2 de 3

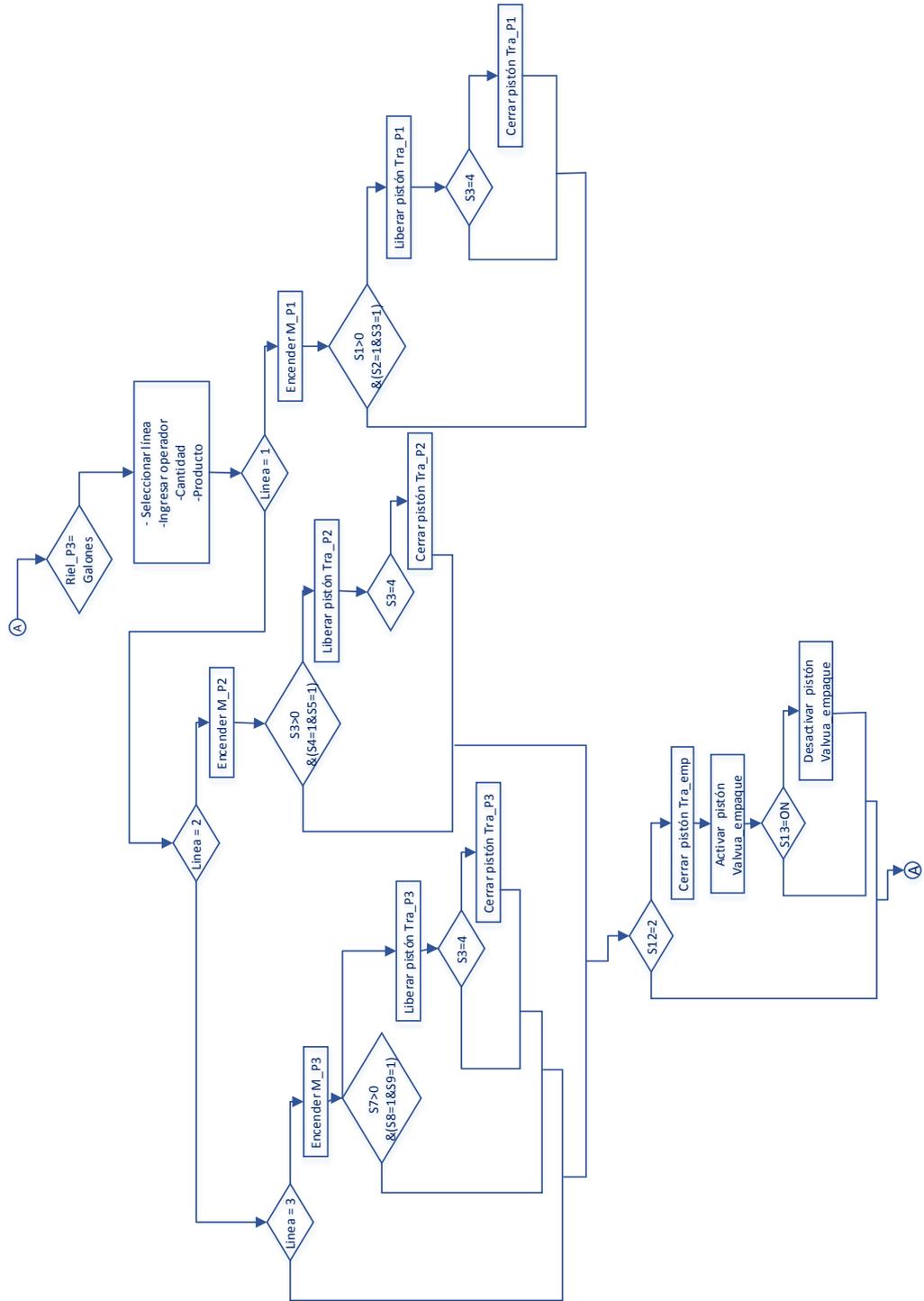


Figura 39. Elaborado por: Pablo Orozco y Esteban Chiluisa

Diagrama de flujo del sistema SCADA 3 de 3

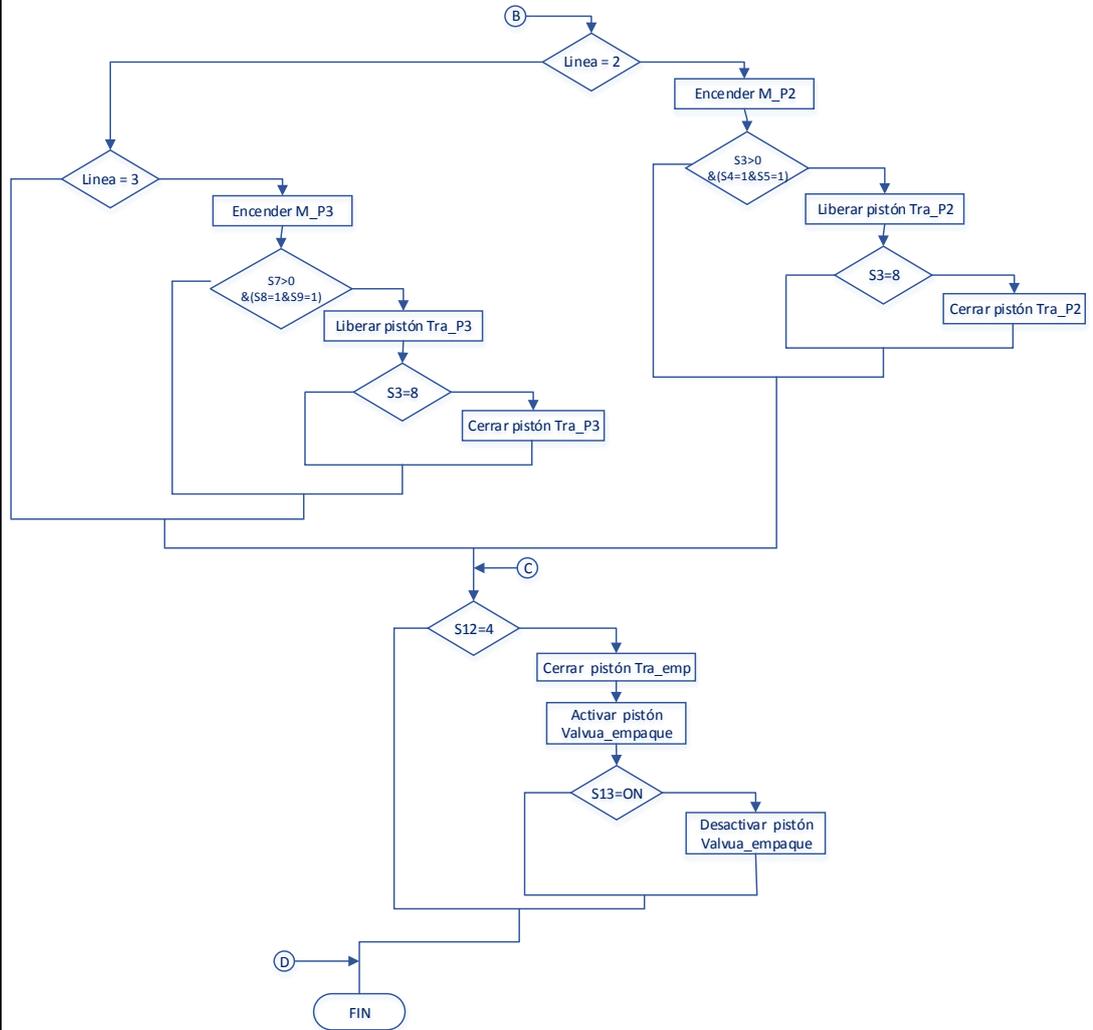


Figura 40. Elaborado por: Pablo Orozco y Esteban Chiluisa

3.3.2. STEP 7

Es un Software de Programación de PLC (Controladores Lógicos Programables el SIMATIC-S7 de Siemens, es el sucesor de SIMATIC S5.

Los autómatas SIMATIC constituyen un standard en la zona, compitiendo en primera línea con otros sistemas de programación y control lógico de autómatas, según la norma IEC 61131-3.

STEP 7 domina el mercado de lenguajes de programación según la norma DIN EN 61131-3 disponiendo de tres lenguajes de programación:

- FBS - Funktionsbausteinsprache (FUP Funktionsplan) Diagrama de funciones.
- KOP - Kontaktplan englisch LD o LAD, diagrama de contactos.
- AWL - Anweisungsliste englisch STL, lista de instrucción según la norma EN 61131-3 (Engineering Tools).
- S7 SCL (Structured Control Language) Lenguaje de texto estructurado.
- S7-Graph (grafisch programmierbare) Gráficos Programables.
- S7 HiGraph.
- S7 CFC (Continuous Function Chart).

AWL o lista de instrucciones es similar al lenguaje ensamblador. Al igual que SCL está basado en la programación en texto. Todas las herramientas de programación son interfaces de programación gráfica.

Todas las operaciones están centralizadas y permiten funcionar con cualquier tipo de datos.

Mediante la Programación Estructurada es posible reutilizar el código de programa simplificando ampliaciones o modificaciones de proyectos posteriores.

Utiliza herramientas de ingeniería para el diagnóstico, simulación y control simple o complejo de los bucles de programados.

Con STEP 7 se tiene acceso a los controladores SIMATIC. A partir de esto se consigue el Siemens Totally Integrated Automation, con ventajas para los usuarios de dispositivos SIMATIC en las diferentes tareas.

Por otra parte, hay muchos vendedores que desarrollan herramientas o módulos de función, donde el programador elimina tareas que consumen tiempo y mejoran el diagnóstico de errores.

Tabla 8.
Versiones de STEP 7

Versión	Fecha liberación	Fecha	Sistema Operativo
1.0	1995	1. Febrero 1997	Versión 1.0 de STEP 7. Con disquete de autorización sobre Windows 3.11.
2.0		1. Febrero 1998	Simatic S7-400 Version 2.0 sobre Windows 95.
2.1	27. Agosto 1996	13-ene-98	Actual S7-300 CPU.2
3.0			Versión de SIMATIC S7 Soft-SPS - Software-SPS, WinAC.
3.1	5. Junio 1997	1. Octubre 1997	Versión 3.1 para Windows 95 con disquetes y CD.
3.2	1. Octubre 1997	1. Mayo 1999	Versión 3.2, con disquetes y CD, sobre Windows NT.
4.0	2. Noviembre 1998	1. Septiembre 2000	Versión 4.0, para Windows 95 y NT con CD. Con SP3 para Windows NT corrigiendo errores de Software y nueva Versión 4.01.
5.0	7. Junio 1999	1. Enero 2003	Versión 5.0 para Windows 95 y NT hasta Windows 98.
5.1	14. Agosto 2000	1. Junio 2004	Version 5.1 funcionando sobre Windows ME y Windows 2000 también funciona en Windows 95/98/NT.
5.2	16. Enero 2003	1. Octubre 2006	Version 5.2 sobre Windows XP.
5.3	30. Enero 2004	30. Agosto 2010	Version 5.3 para Windows 2000 y Windows XP.
5.4	6. Abril 2006		V5.4 , el 4. Octubre 2006 aparece el SP1 El 15. Junio 2007 el Service Pack 2 El 12. Octubre 2007 el Service Pack 3 para Microsoft Windows Vista. Solucionando problemas de Microsoft Windows XP. El 10 Septiembre de 2008 libera Siemens el Service Pack 4 para la Versión 5.4 ³ El 25. Mayo 2009 publica el Service Pack 5. ⁵
5.5	30. Agosto 2010		Version para Windows XP (SP2 y SP3) y para Windows 7 (32Bit), no para Windows Vista, Lista de compatibilidades. ^{6 7}
			El SP1 de STEP 7 V5.5 sobre Windows 7 64-Bit (Professional, Ultimate e Enterprise) ⁸
10.0			Versión Beta STEP 7.

Continuación de la tabla 8.

Versión	Fecha liberación	Fecha	Sistema Operativo
10.5	10. Junio 2009		Para la nueva generación de SIMATIC S7 desde S7-200 hasta S7-1200. También S7-300 y S7-400 hasta el S7-1500 y nuevas innovaciones. ⁹ Nuevo WinCC flexible, actualizado de la Versión 1.3.3.0 (2008 SP3 pasando de la V5 a la V10 de STEP 7. ¹⁰ Service Pack 1 Software en español, italiano y francés. ¹¹
11.0	30. Marzo 201112		Actual Version V11 de STEP 7 en el nuevo TIA Portal Frameworks para Automatas Programables, soportando S7-300 y S7-400.

Nota. Siemens

STEP 7 Professional es la herramienta de ingeniería más moderna para la configuración y programación de todos los controladores SIMATIC. Para las tareas sencillas de visualización con los SIMATIC Basic Panels también se incluye SIMATIC WinCC Basic.

STEP 7 (TIA Portal) es el sistema de ingeniería para cada fase del ciclo de vida de la producción que permite:

- Puesta en marcha rápida con la localización de errores eficiente a través del diagnóstico del sistema integrado, del seguimiento en tiempo real y las funciones en línea.
- Menor tiempo de parada gracias al mantenimiento a distancia sencillo y al diagnóstico con el servidor web y el Teleservice.
- Seguridad de las inversiones con la reutilización de componentes, las librerías y la compatibilidad.

STEP 7 (TIA Portal) ayuda a solucionar las tareas de ingeniería de forma intuitiva y eficiente. Totally Integrated Automation Portal convence en todos los pasos de trabajo y programación gracias a su facilidad de uso.

Las funciones como "arrastrar y soltar", "copiar y pegar" o IntelliSense agilizan y facilitan el trabajo de forma decisiva.

Jerarquía de objetos y librerías del Administrador SIMATIC



Figura 41. Elaborado por: Pablo Orozco y Esteban Chiluisa

3.3.2.1. Configuración del SIEMENS S7-300

1° Una vez instalado el programa STEP-7, aparece en el escritorio el icono del programa con el nombre de Administrador Simatic (figura 42); con doble click en él, se accede al programa y aparece el asistente para crear un nuevo proyecto.

Icono simatic Step 7



Administrador SIMATIC

Figura 42. Simatic STEP7

2° Seleccionar la opción del menú Archivo ->Nuevo, o el icono “nuevo” en la barra de herramientas, donde se muestra el cuadro de diálogo para la creación de un nuevo proyecto o una nueva librería. Introducir el nombre del proyecto, “Proyecto 1” en este caso y confirmar haciendo click en el botón “Aceptar“. Después con Insertar -> Equipo -> Simatic 300 ->Nombre (PLC 1, en este caso), seleccionar el dispositivo; con click en este equipo (PLC 1) y después doble click en Hardware, se ingresa en el HW Config, que es donde vamos a configurar el Hardware de nuestro PLC.

En la nueva ventana sale una sub-ventana con el menú catálogo de Hardware, si no saliese, seleccionar la opción de menú Ver -> Catálogo o hacer click en el icono correspondiente de la barra de herramientas. (Si se ha seleccionado el perfil de

catálogo “Estándar”, aparecen todos los bastidores, módulos y módulos de interface en la ventana “Catálogo Hardware“. Puede crear sus propios perfiles de catálogo con los elementos que use más frecuentemente seleccionando la opción de menú Herramientas -> Editar perfiles de catálogo). Estando en esta nueva ventana y desplegando SIMATIC 300 -> BASTIDOR 300 -> Perfil soporte (doble click), como se muestra en la figura 43.

Configuración del Bastidor

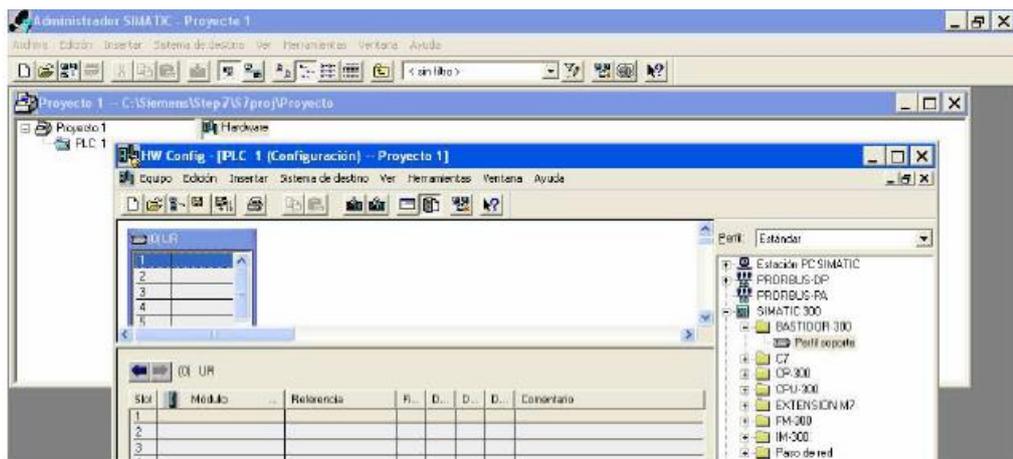


Figura 43. Elaborado por: Pablo Orozco y Esteban Chiluisa

3° Desplegando las pestañas: PS, CPU y SM se debe ir insertando en el bastidor la: F.A., CPU, entradas y salidas que se tenga que configurar. Según se seleccione cada una de las opciones, en la parte inferior aparecerá la información con la referencia y características de ese elemento en concreto. (Figura 44).

Configuración del CPU

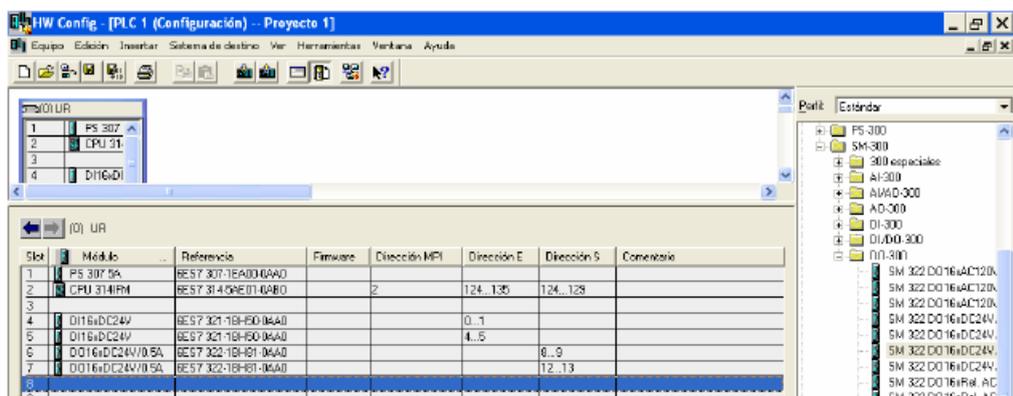


Figura 44. Elaborado por: Pablo Orozco y Esteban Chiluisa

4ºGuardado y compilado, se tiene configurado el Hardware. Saliendo del HW Config, accedemos nuevamente al Administrador Simatic, desplegando la estructura de árbol del Proyecto y seleccionando los Bloques mediante: *Insertar -> Bloque S7*, además del OB1 que ya sale por defecto, se puede insertar los bloques de programación que necesitemos, en este caso se ha insertado un FB.

Entrando en los bloques, se empieza a programar y una vez programado todo, se carga todos los bloques, bien con el icono de cargar, o bien a través del menú: *sistema de destino -> cargar*. (Figura45).

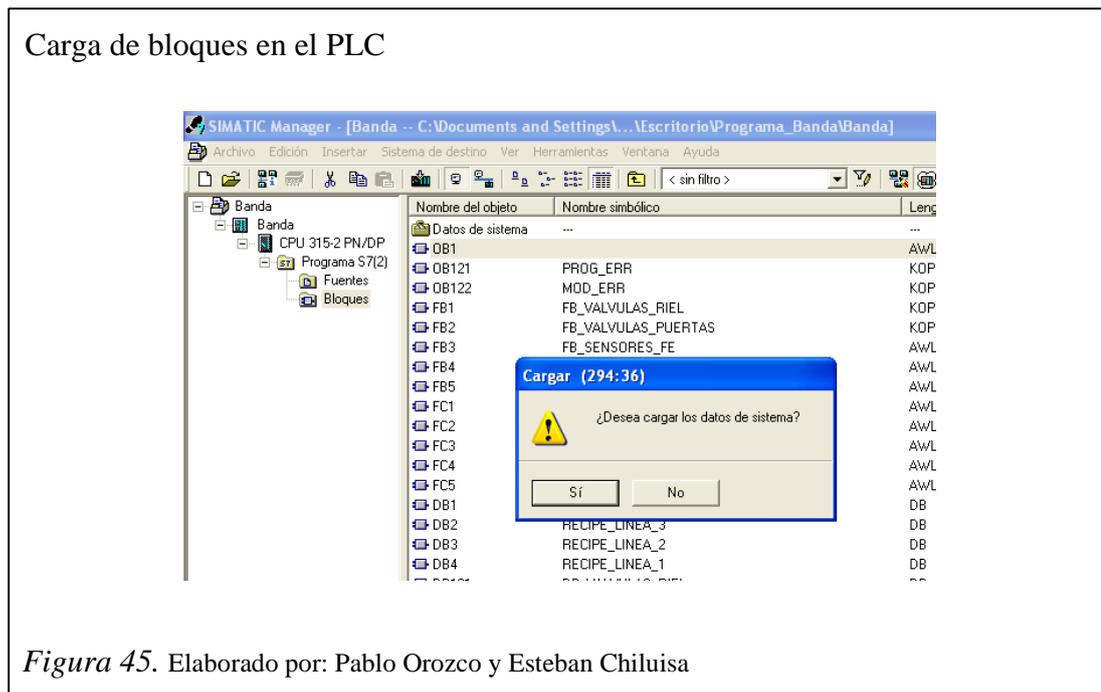


Figura 45. Elaborado por: Pablo Orozco y Esteban Chiluisa

3.3.2.2. Diagrama de flujo del programa en el PLC

Diagrama de flujo programa en PLC 1 de 3

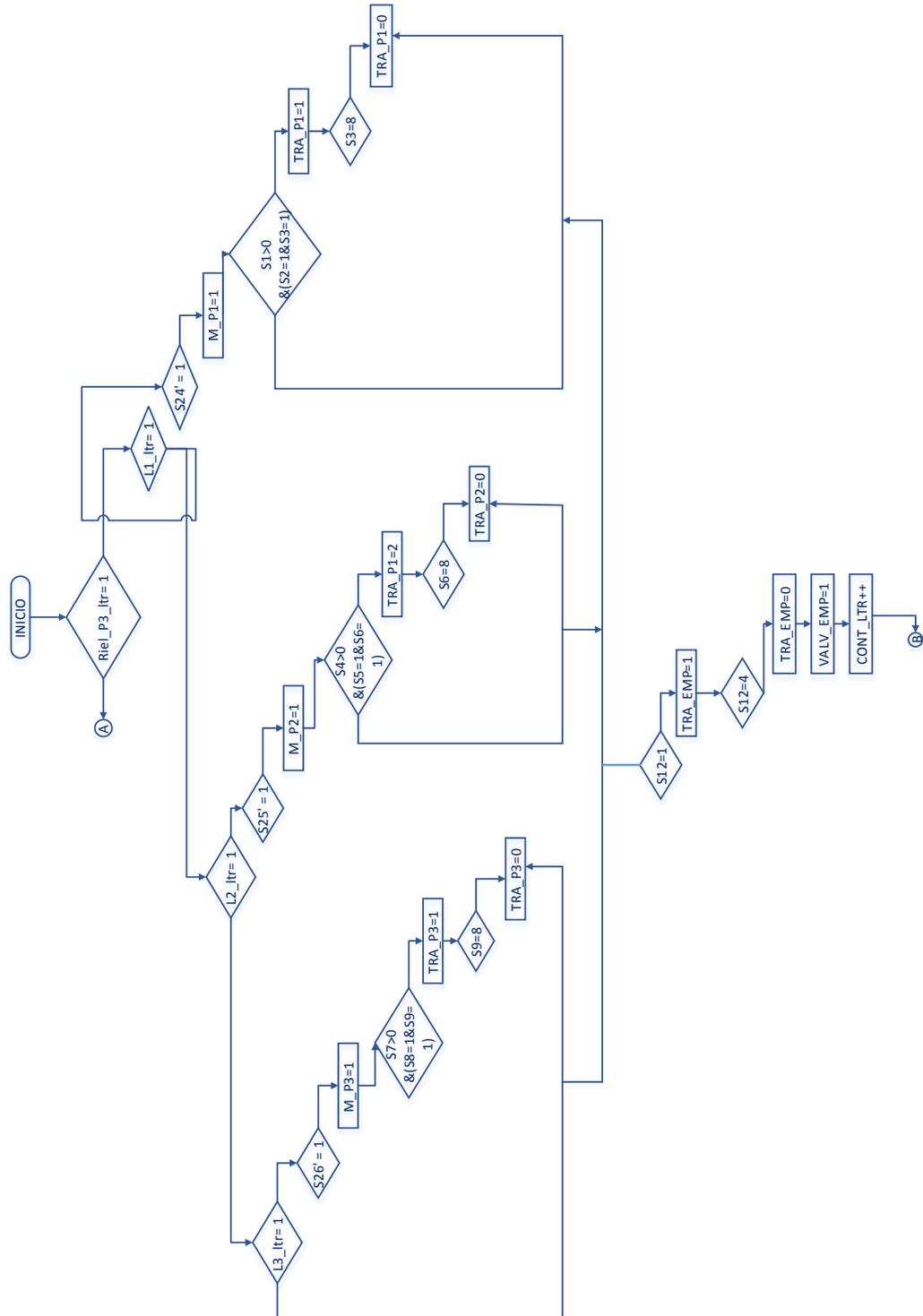


Figura 46. Elaborado por: Pablo Orozco y Esteban Chiluisa

Diagrama de flujo programa en PLC 2 de 3

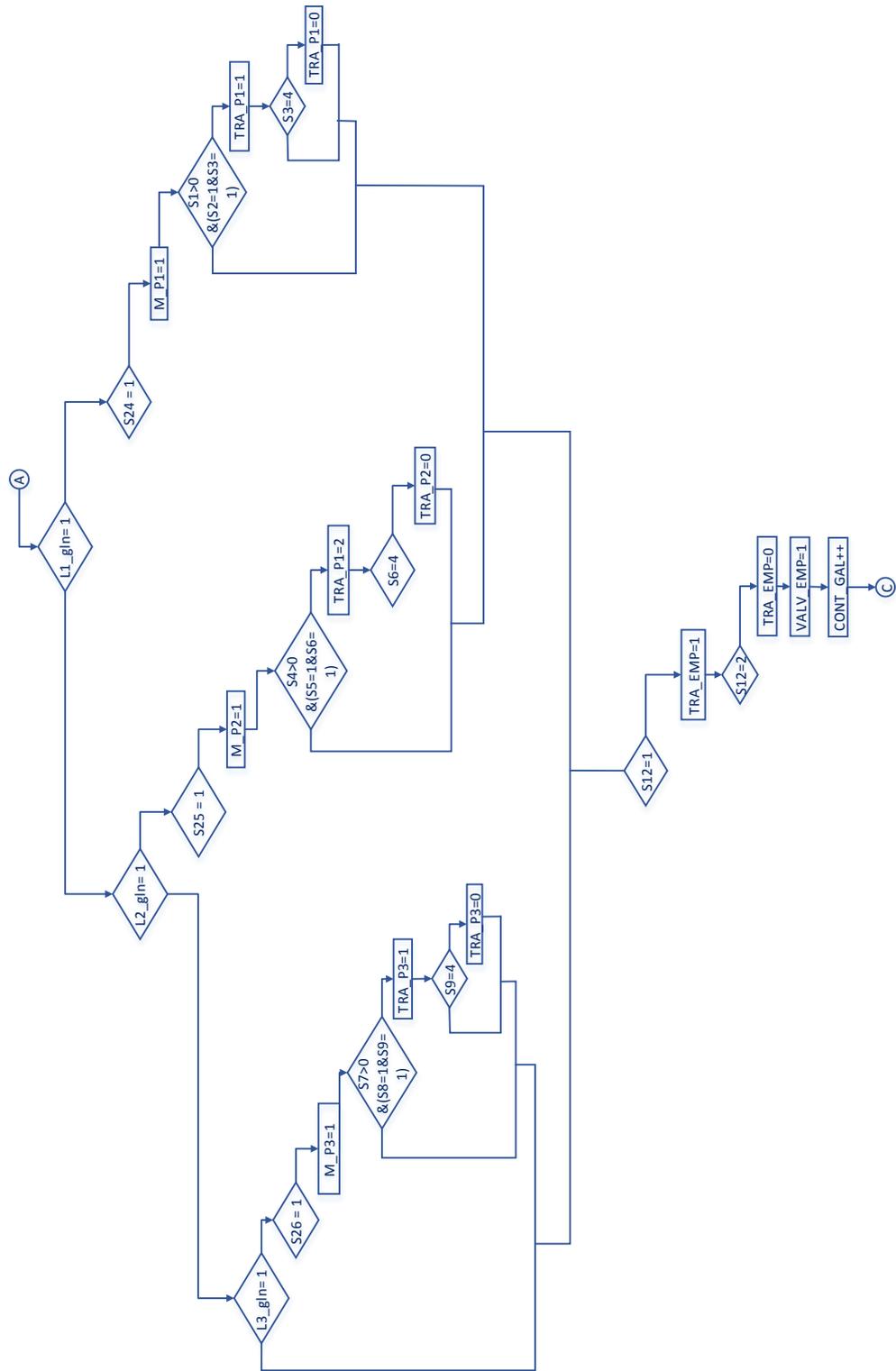


Figura 47. Elaborado por: Pablo Orozco y Esteban Chiluisa

Diagrama de flujo programa en PLC 3 de 3

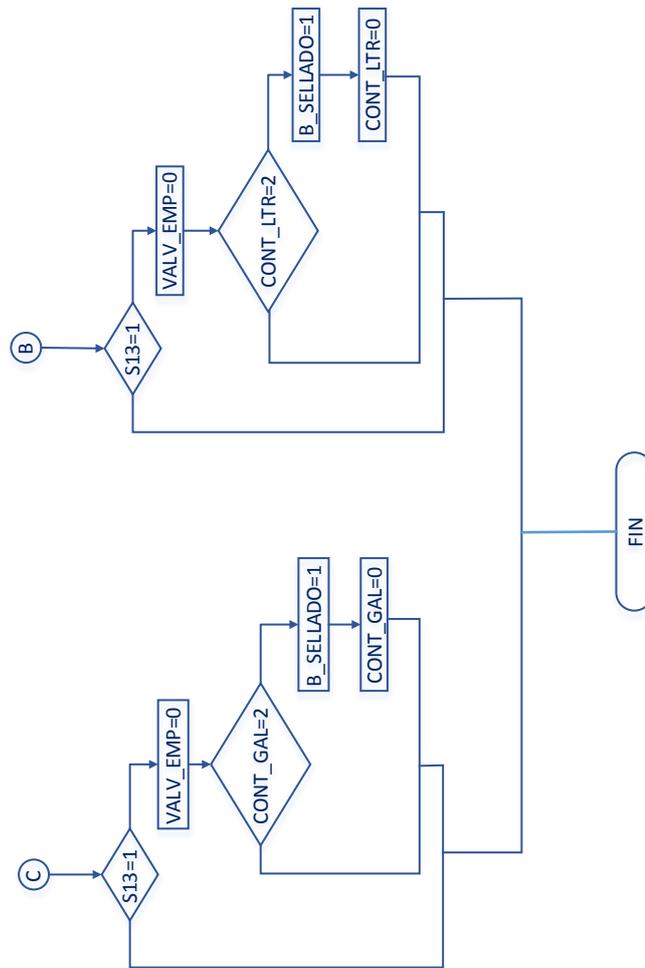


Figura 48. Elaborado por: Pablo Orozco y Esteban Chiluisa

3.3.2.3. Tipo de datos del programa en el controlador

Tabla 9.

Tipo de datos del proceso en el controlador

Grupo de variables	Símbolo	Dirección	Tipo dato
BLOQUES DE ORGANIZACIÓN	MOD_ERR	OB 122	OB 122
	PROG_ERR	OB 121	OB 121
MARCAS	Auxiliar_W	MW 202	WORD
	AUX_PULSO	M 200.1	BOOL
	P_E_Linea_3	M 100.0	BOOL
	Reset_T1	M 40.0	BOOL
BLOQUES DE FUNCION	CONTROL_EMPAQUE	FC 5	FC 5
	CONTROL_P1	FC 4	FC 4
	CONTROL_P2	FC 3	FC 3
	ACTUADORES	FC 2	FC 2
	CONTROL_P3	FC 1	FC 1
BLOQUES DE FUNCION CON MEMORIA	FB_MOTOR_RIEL	FB 5	FB 5
	FB_LIMIT_SWITH	FB 4	FB 4
	FB_SENSORES_FE	FB 3	FB 3
	FB_VALVULAS_PUERTAS	FB 2	FB 2
	FB_VALVULAS_RIEL	FB 1	FB 1
BLOQUES DE DATOS	DB_SENSORES_FE_S13	DB 128	FB 3
	DB_VALVULA_EMPAQUE	DB 127	FB 2
	DB_VALVULA_PUERTAS_EMP	DB 126	FB 2
	DB_SENSORES_FE_S12	DB 125	FB 3
	DB_SENSORES_FE_S11	DB 124	FB 3
	DB_VALVULA_PUERTAS_P2_3	DB 123	FB 2
	DB_MOTOR_RIEL_P1	DB 122	FB 5
	DB_LIMIT_SWITH_HL_S24	DB 121	FB 4
	DB_LIMIT_SWITH_HH_S24	DB 120	FB 4
	DB_SENSORES_FE_S3	DB 119	FB 3
	DB_SENSORES_FE_S2	DB 118	FB 3
	DB_SENSORES_FE_S1	DB 117	FB 3
	DB_VALVULA_PUERTAS_P1	DB 116	FB 2
	DB_MOTOR_RIEL_P2	DB 115	FB 5
	DB_VALVULA_PUERTAS_P2	DB 114	FB 2
	DB_LIMIT_SWITH_HL_S25	DB 113	FB 4
	DB_LIMIT_SWITH_HH_S25	DB 112	FB 4
	DB_SENSORES_FE_S6	DB 111	FB 3
DB_SENSORES_FE_S5	DB 110	FB 3	
DB_SENSORES_FE_S4	DB 109	FB 3	

Continuación de la tabla 9.

Grupo de variables	Símbolo	Dirección	Tipo dato
BLOQUES DE DATOS	DB_LIMIT_SWITH_HL_P3	DB 108	FB 4
	DB_SENTORES_FE_S8	DB 107	FB 3
	DB_SENTORES_FE_S9	DB 106	FB 3
	DB_MOTOR_RIEL_P3	DB 105	FB 5
	DB_LIMIT_SWITH_HH_P3	DB 104	FB 4
	DB_SENTORES_FE_S7	DB 103	FB 3
	DB_VALVULA_PUERTAS_P3	DB 102	FB 2
	DB_VALVULAS_RIEL	DB 101	FB 1
	VARIABLES_LOCALES	DB 1	DB 1
ENTRADAS	MOTOR_P1	E 2.5	BOOL
	MOTOR_P2	E 2.4	BOOL
	MOTOR_P3	E 2.3	BOOL
	HH_S24	E 2.1	BOOL
	HH_S25	E 1.7	BOOL
	HH_P3	E 1.5	BOOL
	S13	E 1.4	BOOL
	S12	E 1.3	BOOL
	S11	E 1.2	BOOL
	S3	E 1.0	BOOL
	S2	E 0.7	BOOL
	S1	E 0.6	BOOL
	S6	E 0.5	BOOL
	S5	E 0.4	BOOL
	S4	E 0.3	BOOL
	S8	E 0.2	BOOL
	S9	E 0.1	BOOL
S7	E 0.0	BOOL	
SALIDAS	EMPAQUE	A 0.7	BOOL
	PUERTA_EMPAQUE	A 0.6	BOOL
	PUERTA_P2_3	A 0.5	BOOL
	PUERTA_P1	A 0.4	BOOL
	PUERTA_P2	A 0.3	BOOL
	PUERTA_P3	A 0.2	BOOL
	Modo_Litro	A 0.1	BOOL
	Modo_Galón	A 0.0	BOOL

Nota. Elaborado por: Pablo Orozco y Esteban Chiluisa

3.3.3. NET TO PLC SIM

El simulador PLCSIM de Siemens no tiene la capacidad de salir al exterior como lo hacen, por ejemplo, los simuladores de Schneider (Concept 2.6, Unity Pro) con Modbus Ethernet. Sin embargo, existe un programa que hace de enlace entre el simulador y el protocolo s7 Ethernet. El software se llama Nettoplcsim.

Esto permite conectar el PLC simulado con otras entidades como lo son OPC o Drivers propietarios de sistemas SCADA para conectarlos a las HMI.

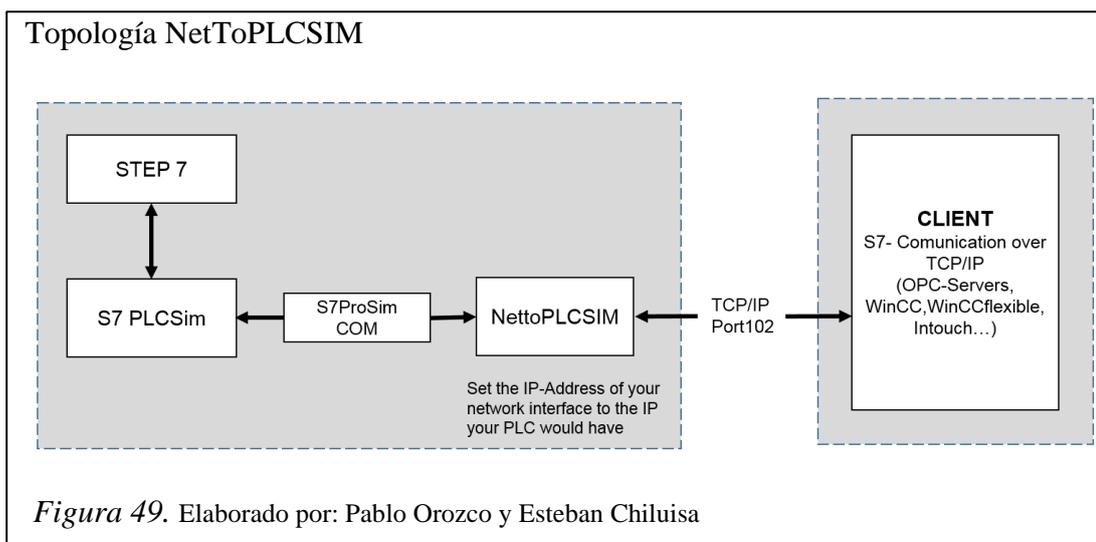
3.3.3.1. Esquema básico

Con Step7 se realiza la carga de la lógica y hardware empleado al simulador S7 PLCSIM v5.4. NetToPLCSim utiliza el puerto 102 y realiza la conversión de trama para que esta pueda salir a los dispositivos clientes como Intouch, WinCC y OPC en general.

3.3.3.2. Topología

NetToPLCSim utiliza el S7ProSim COM-Interface de PLCSim para leer / escribir los datos.

Un subproceso de fondo espera conexiones en el puerto 102 y se encarga de la comunicación S7 (ISO on TCP).



Con PLCSIM V5.4 SP5 vino apoyo de varias instancias del PLC. NetToPLCSim conecta de forma predeterminada a la primera instancia de PLCSim.

3.3.3.3. Configuración

La configuración es sencilla:

1° Abrir Simatic Manager, luego asignar la Interfaz PC/PG... Esto se encuentra en el Menu Options / Set PG/PC Interface... (Figura 50).

Asignación interfaz PC/PG

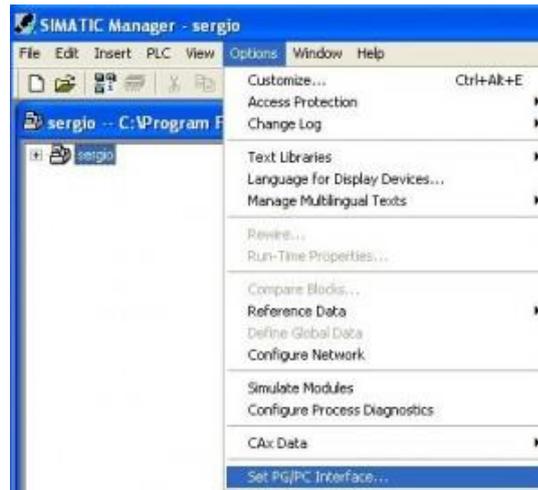


Figura 50. Elaborado por: Pablo Orozco y Esteban Chiluisa

2° Configurar la interfaz para conectarse al simulador PLCSIM (PLCSIM (TCP/IP)) como se muestra en la figura 51.

Configuración interfaz

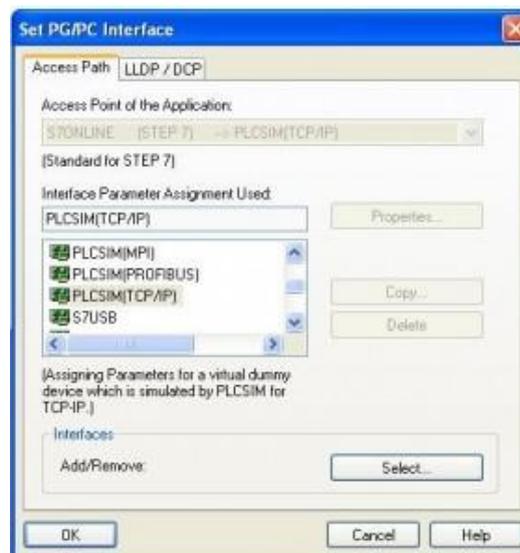
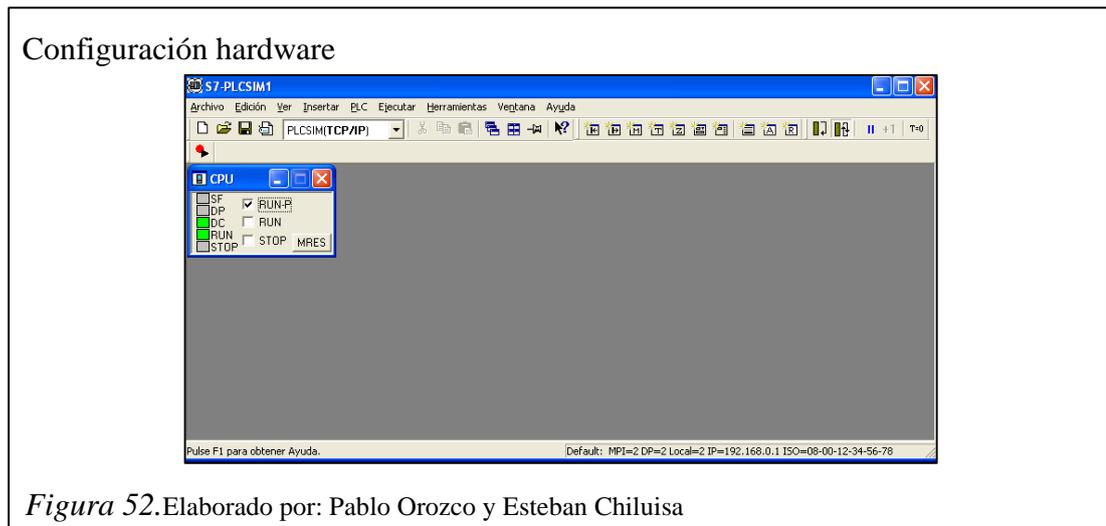


Figura 51. Elaborado por: Pablo Orozco y Esteban Chiluisa

3° Abrir el simulador fuera de Simatic Manager. Menu Start / Siemens Automation / Programs and Tools / S7-PLCSIM Simulates Modules.

4° Cargar el proyecto PLC via Download.

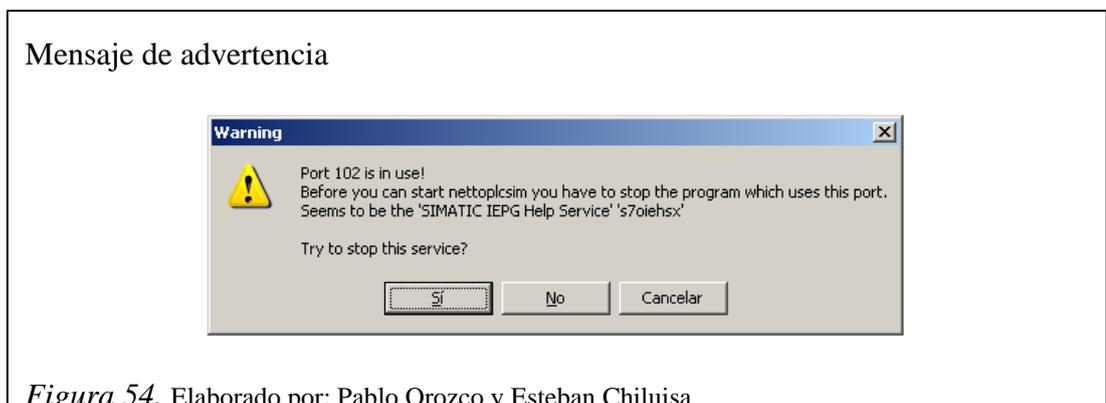
5° Desde PLCSIM, ya debería haber asumido la configuración del hardware, incluida la dirección IP (En este ejemplo es 192.168.0.1). Esto se puede apreciar en la parte inferior derecha del simulador, como se presenta en la figura 52.



6° Abrir el NetToPLCSIM desde la carpeta, ya que tiene una DLL que si no está en la misma ubicación no lo va a abrir (figura 53).



7° La primera vez que se abra NetToPLCSim saldrá un warning, hacer click en botón Yes. Ver figura 54.



8° Segundos después, saldrá el siguiente mensaje. Ver figura 55.

Mensaje de información



Figura 55. Elaborado por: Pablo Orozco y Esteban Chiluisa

9° La pantalla de NetToPLCSim saldrá vacía, apretar boton Add. Ver figura 56.

Añadir dirección

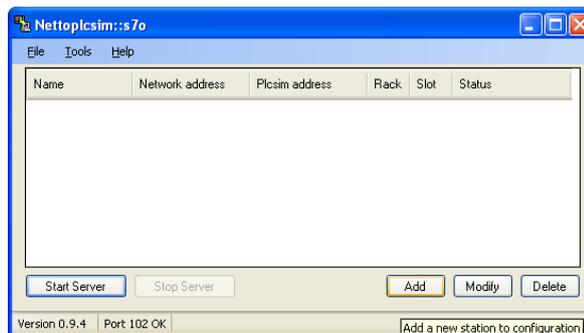


Figura 56. Elaborado por: Pablo Orozco y Esteban Chiluisa

10° El nombre puede ser cualquiera, para las direcciones IP, deben presionar el botón "...". Como se ha configurado el hardware con la dirección 192.168.0.150 esta saldrá listada a continuación, como se muestra en la figura 57.

Asignación de dirección IP hardware

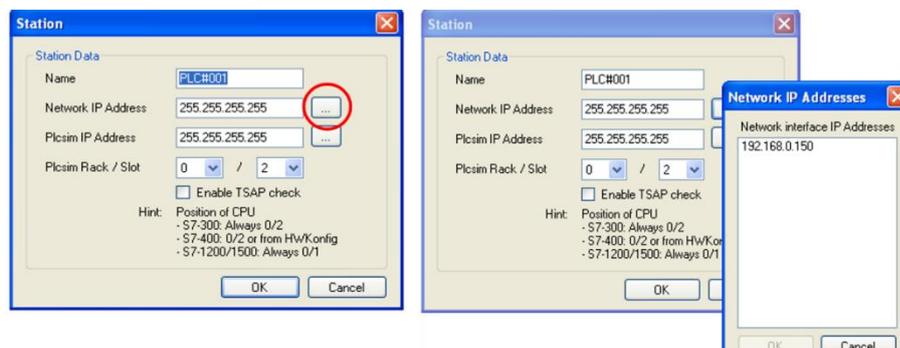
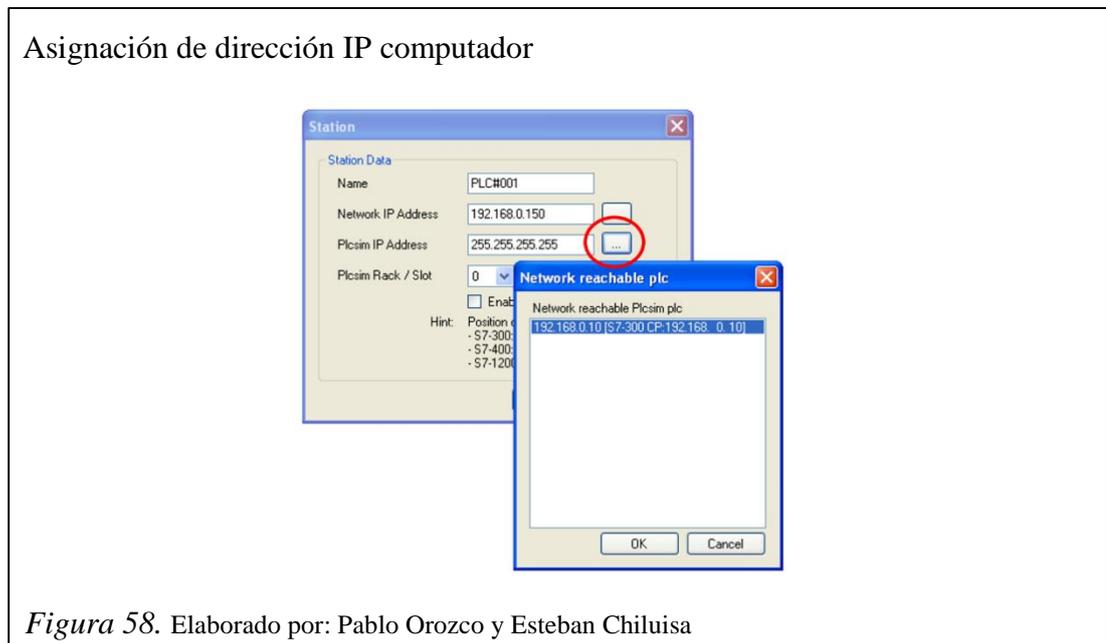
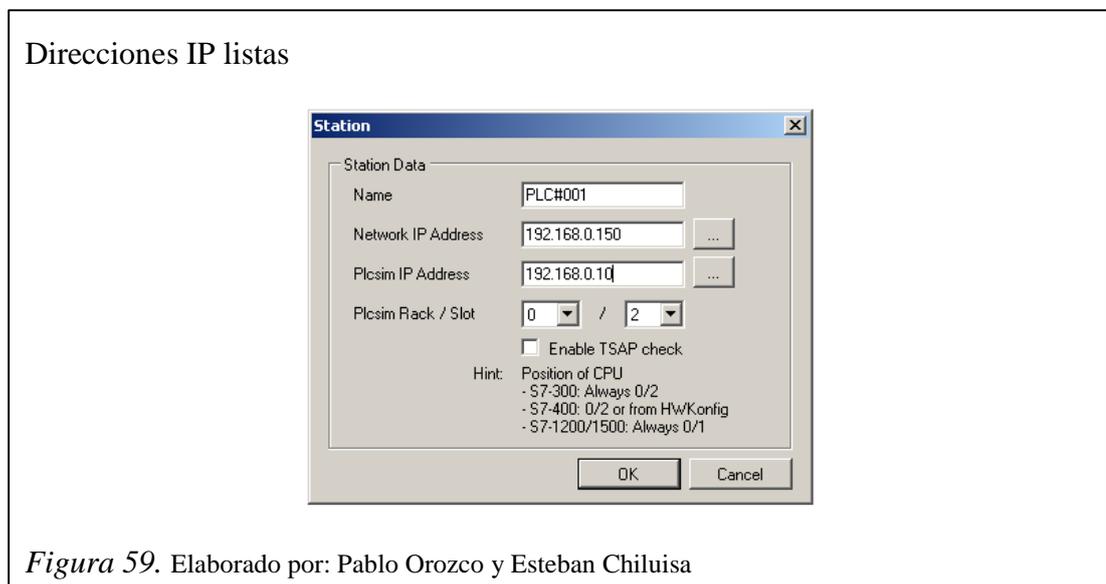


Figura 57. Elaborado por: Pablo Orozco y Esteban Chiluisa

11° De forma similar, hacer lo mismo con la dirección IP del computador. En este caso se configuró manualmente la dirección IP 192.168.0.10, como se muestra en la figura 58.



12° Para finalizar, apretar en OK. Ver figura 59.



13° Presionar el boton Start all y listo, con eso ya se tiene ruteado el tráfico de comunicación S7 al exterior, se observa en la figura 60.

Configuración finalizada

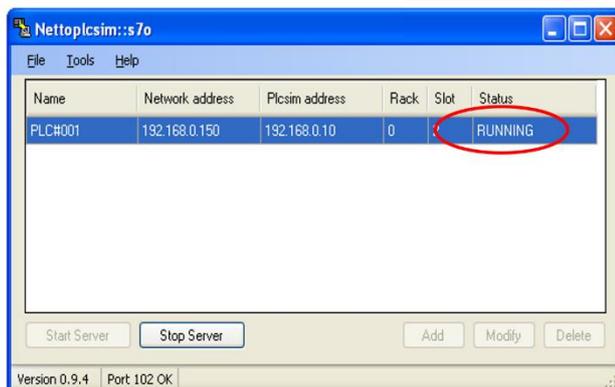


Figura 60. Elaborado por: Pablo Orozco y Esteban Chiluisa

3.4. Licencias

La licencia del sistema SCADA no se vende de manera local, lo que nos ha llevado a hacer un pedido de manera inmediata por medio de la empresa ASE Ecuador, la cual nos dio un tiempo de entrega de 20- 30 días ya que el pedido se lo realiza a Chile.

El software para la programación del controlador es el STEP 7 de Siemens, el cual se lo encuentra en distribución local en un tiempo de entrega de 8 a-15 días.

El software NettoPLCSIM usado para la comunicación entre el sistema SCADA y el STEP 7, no necesita licencia alguna al ser una aplicación gratuita.

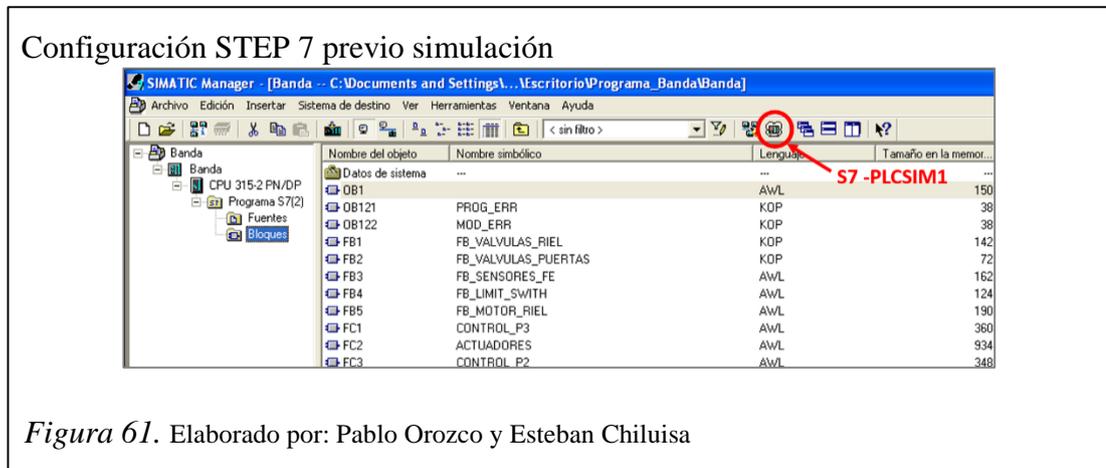
CAPÍTULO 4

PRUEBAS Y RESULTADOS

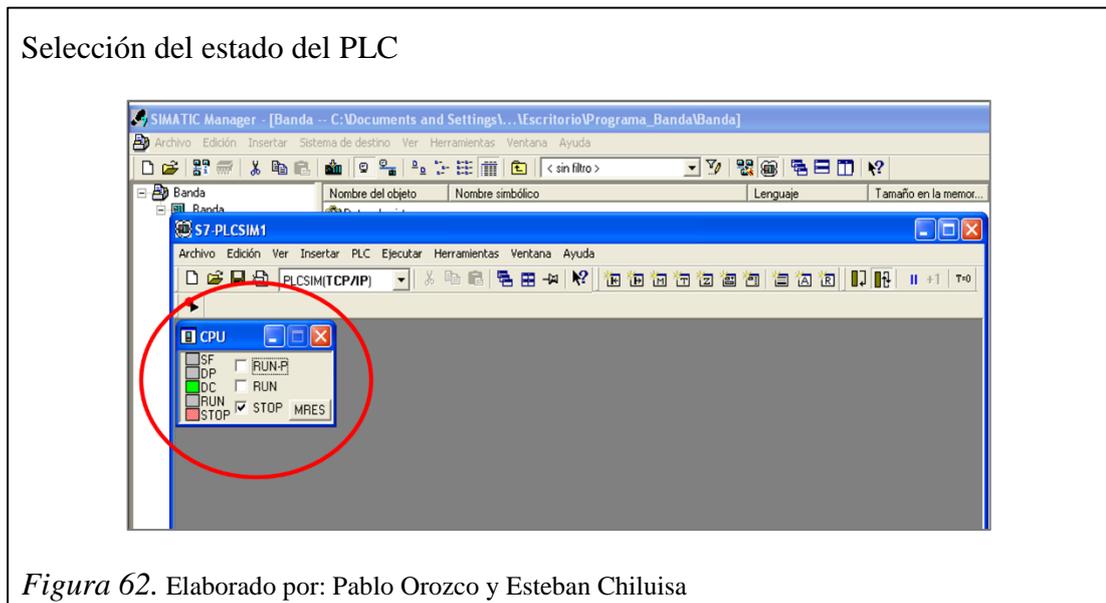
4.1 Desarrollo de la aplicación

Se ejecuta el Software STEP 7 y se selecciona el archivo donde se desarrolló el proyecto.

Una vez en la ventana principal donde se encuentra el programa, se debe seleccionar el ícono S7-PLCSIM1 ubicado en la parte central de la barra de herramientas como se muestra en la figura 61.



Realizado este paso se desplegará una ventana auxiliar donde se puede observar el estado en el que se encuentra el PLC. (Figura 62).



Se debe activar la casilla en la opción RUN –P (modo ejecución de programa, es posible el acceso lectura/escritura desde la PG), se muestra en la figura 63.

No se debe cerrar la pantalla, esta deberá permanecer minimizada durante todo el proceso de simulación.

Selección del estado del PLC

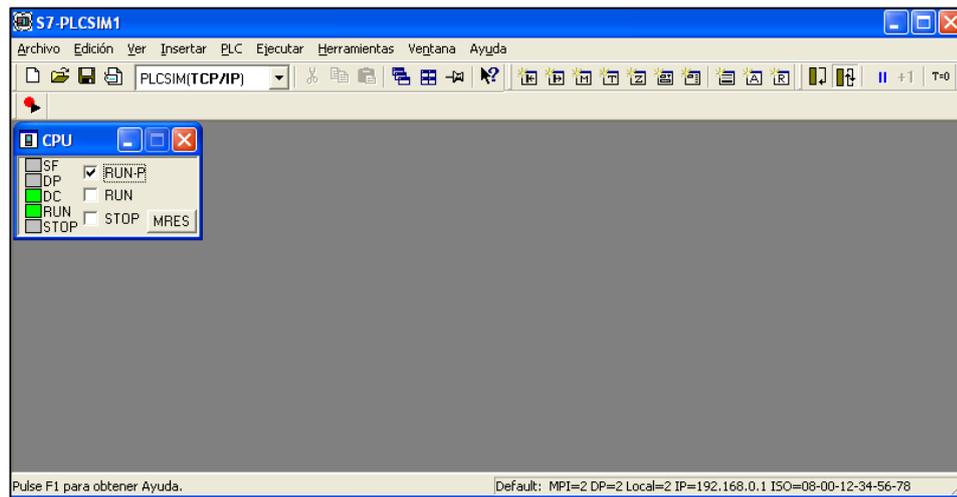


Figura 63. Elaborado por: Pablo Orozco y Esteban Chiluisa

Realizado estos pasos, se procede a la carga del programa en el controlador, activando el ícono de CARGAR ubicado en la barra de herramientas. (Figura 64) Aparecerá un mensaje donde se solicita confirmar cargar los datos, dar click en SI.

Cargar datos en PLC

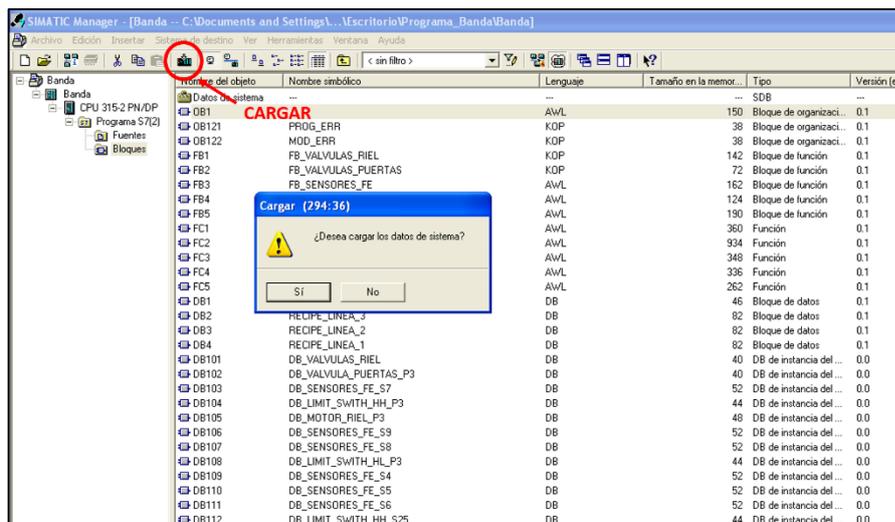
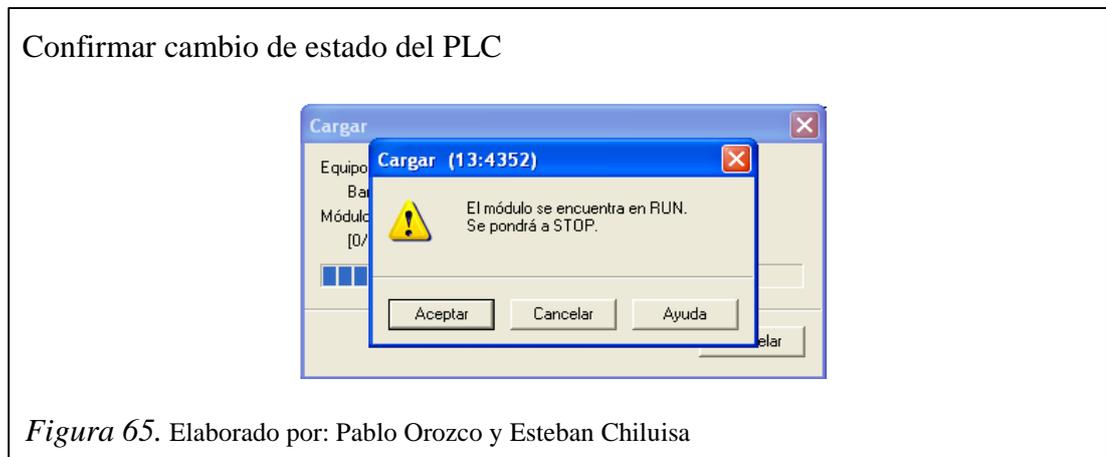
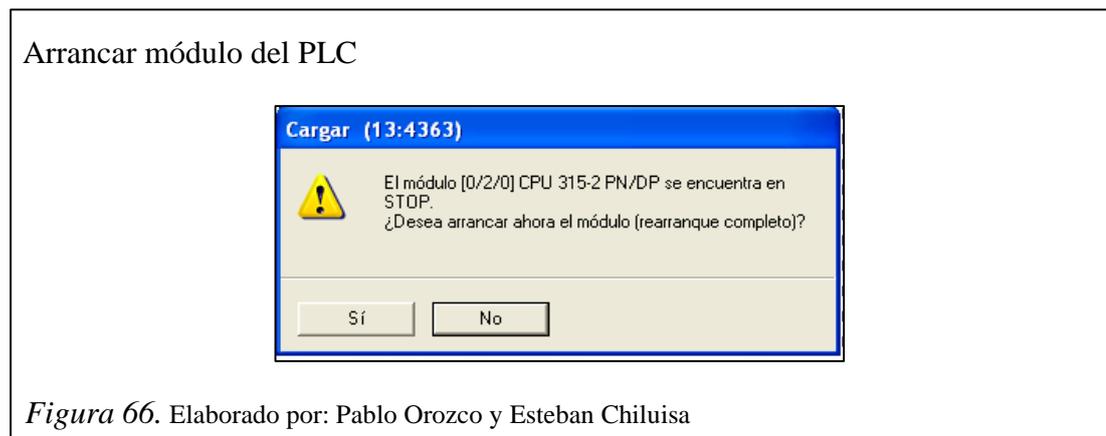


Figura 64. Elaborado por: Pablo Orozco y Esteban Chiluisa

Una vez confirmada la carga de datos, aparecerá una ventana auxiliar nuevamente informando que el PLC se encuentra en modo RUN y pasará a modo STOP previo la transferencia de datos. Dar click en aceptar. (Figura 65).



Finalizada la carga de datos, se notificará que el PLC se encuentra en modo STOP y si se desea pasar a modo RUN nuevamente para arrancar todos los módulos. Dar click en SI, como se muestra en la figura 66.



Realizado éstos pasos, se cumple la etapa de configuración en el STEP 7.

Ahora se debe ejecutar la aplicación NettoPLCSIM que permite establecer la simulación de comunicación entre el PLC y el SCADA.

Aparecerá la ventana inicial donde se debe añadir y configurar un nuevo servidor. (Figura 67).

Ventana principal NettoPLCSIM

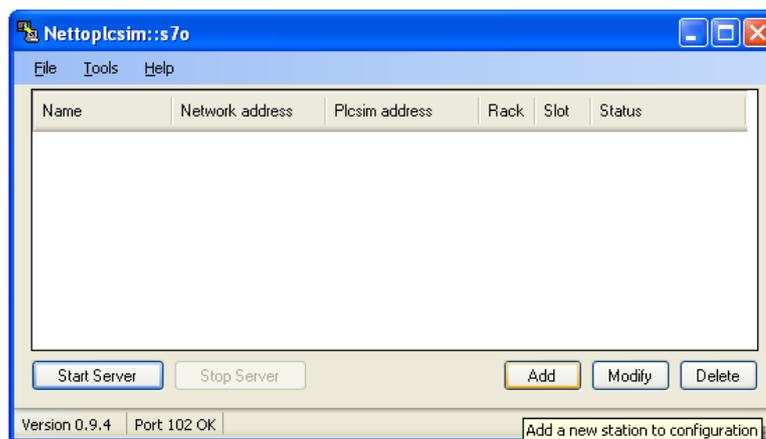


Figura 67. Elaborado por: Pablo Orozco y Esteban Chiluisa

Se debe dar click en el botón Add donde se desplegará una pantalla auxiliar para la configuración del servidor.

Se asigna la dirección IP de la red, presionando el botón ubicado en la parte derecha de la etiqueta “Network IP Adress”, ver figura 68.

Configurar NettoPLCSIM en nueva red

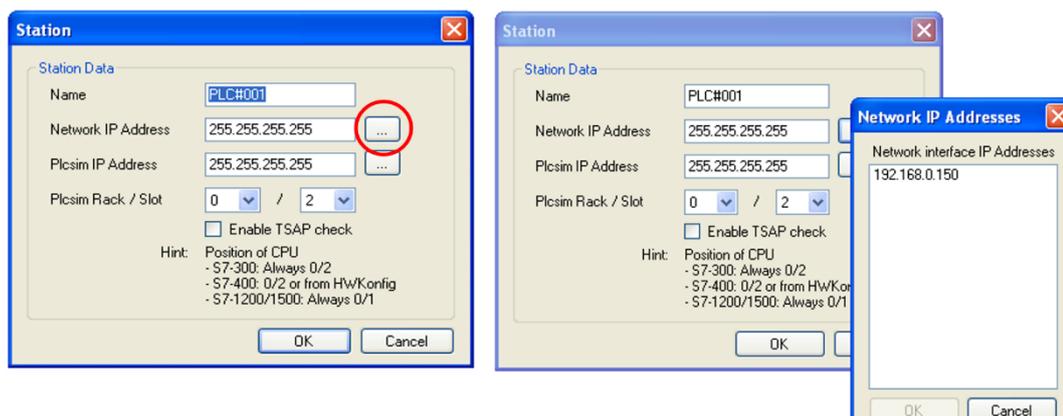


Figura 68. Elaborado por: Pablo Orozco y Esteban Chiluisa

De igual forma se asigna la dirección del PLC. En caso de haber realizado todo el procedimiento anterior en el STEP7 de forma satisfactoria, al hacer click en el botón del lado derecho de la etiqueta “Plcsim Adress” aparecerá la dirección del PLC configurada en el STEP 7. Ver Figura 69.

Asignación de IP asociado al PLC

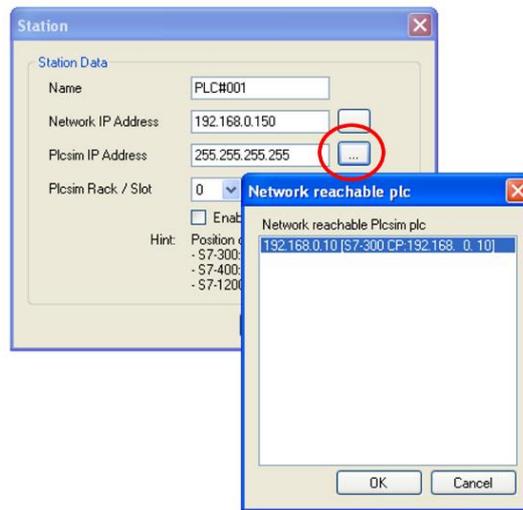


Figura 69. Elaborado por: Pablo Orozco y Esteban Chiluisa

Una vez asignadas las 2 direcciones IP, en la ventana principal del Nettoplcsim aparecerá que el servidor está listo para iniciar.

Dar click en el botón “Start sever” para arrancar el servidor como se muestra en la figura 70.

Red lista para iniciar

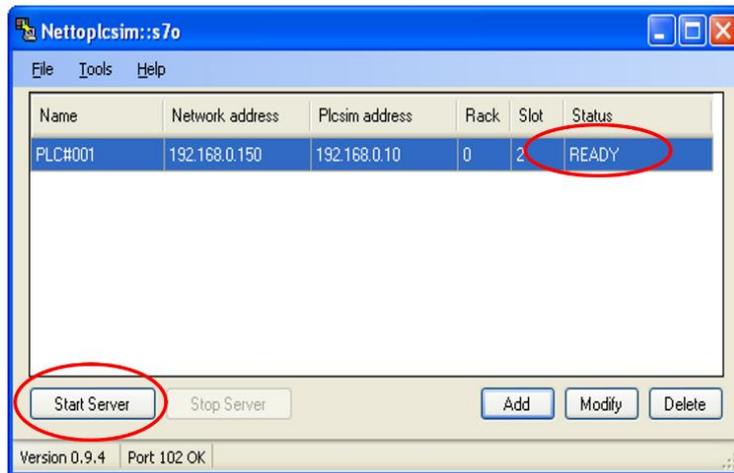


Figura 70. Elaborado por: Pablo Orozco y Esteban Chiluisa

Finalmente se puede verificar que el servidor está en ejecución con el mensaje RUNNING en la columna de status y se procede a abrir el sistema SCADA para finalizar el proceso de configuración del sistema. Ver figura 71.

Verificación del Servidor

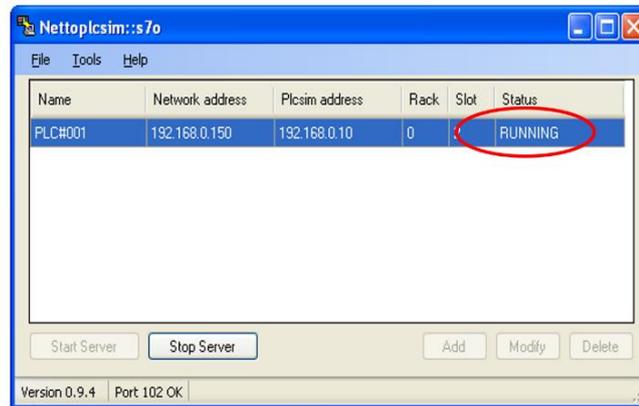


Figura 71. Elaborado por: Pablo Orozco y Esteban Chiluisa

Ingresa al sistema SCADA donde se muestra la Pantalla de inicio del sistema. Figura 72.

Pantalla inicial del sistema SCADA

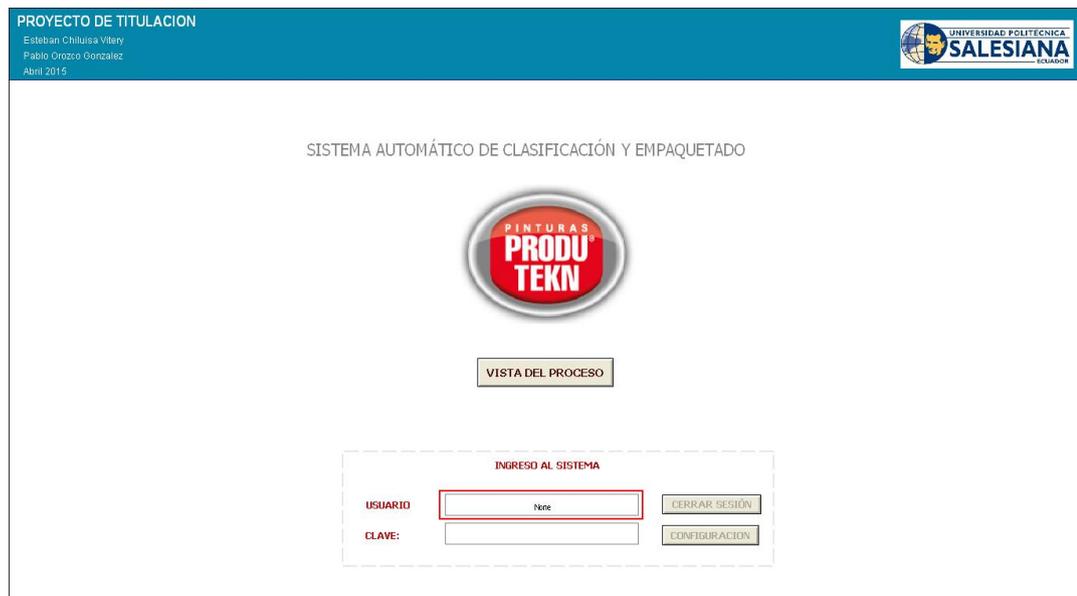


Figura 72. Elaborado por: Pablo Orozco y Esteban Chiluisa

Se debe ingresar tanto el usuario como la respectiva clave. Figura 73.



Una vez ingresado usuario y contraseña se habilita los botones de Cerrar Sesión y Configuración. En el botón de configuración se puede eliminar o añadir usuarios con su respectiva clave. Figura 74.



Mediante el botón de Vista del Proceso se avanza a la siguiente pantalla, donde se comprueba la correcta comunicación entre Step 7 e InTouch mediante el led encendido junto con el mensaje comunicación OK, se corrobora con el estado RUNNING. Caso contrario se observará comunicación FAIL junto con el estado STOPPED. Figura 75.

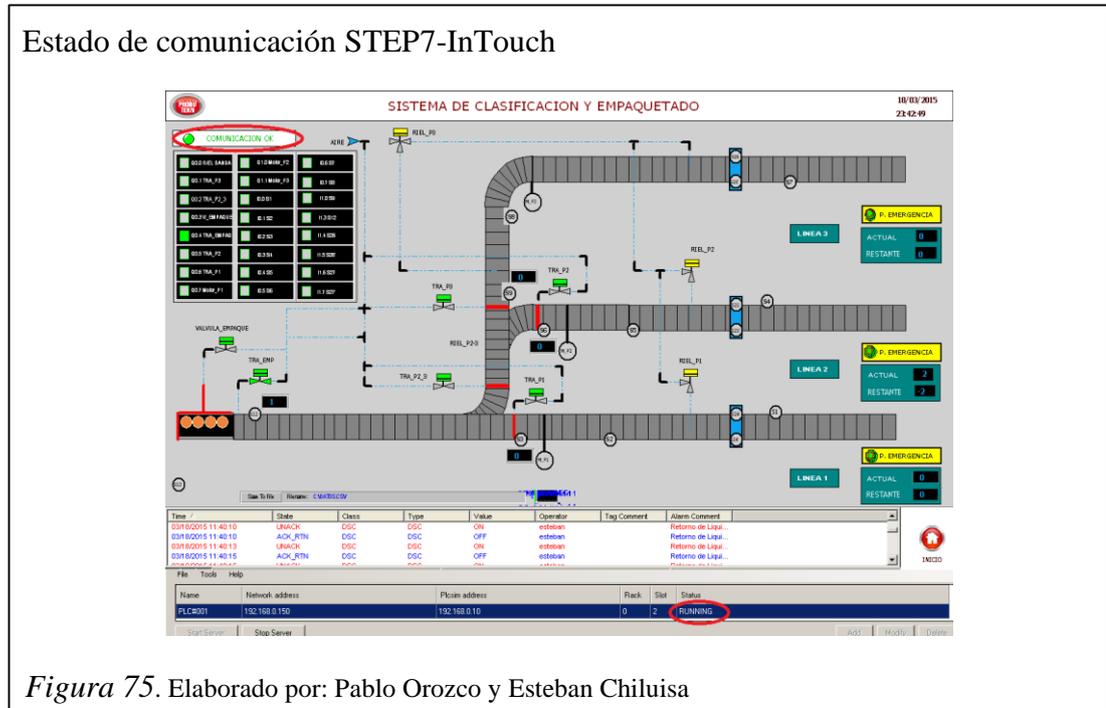


Figura 75. Elaborado por: Pablo Orozco y Esteban Chiluisa

Una vez verificada la correcta comunicación, click en la válvula identificada como válvula_riel y nos despliega el respectivo recuadro de la misma. Figura 76.

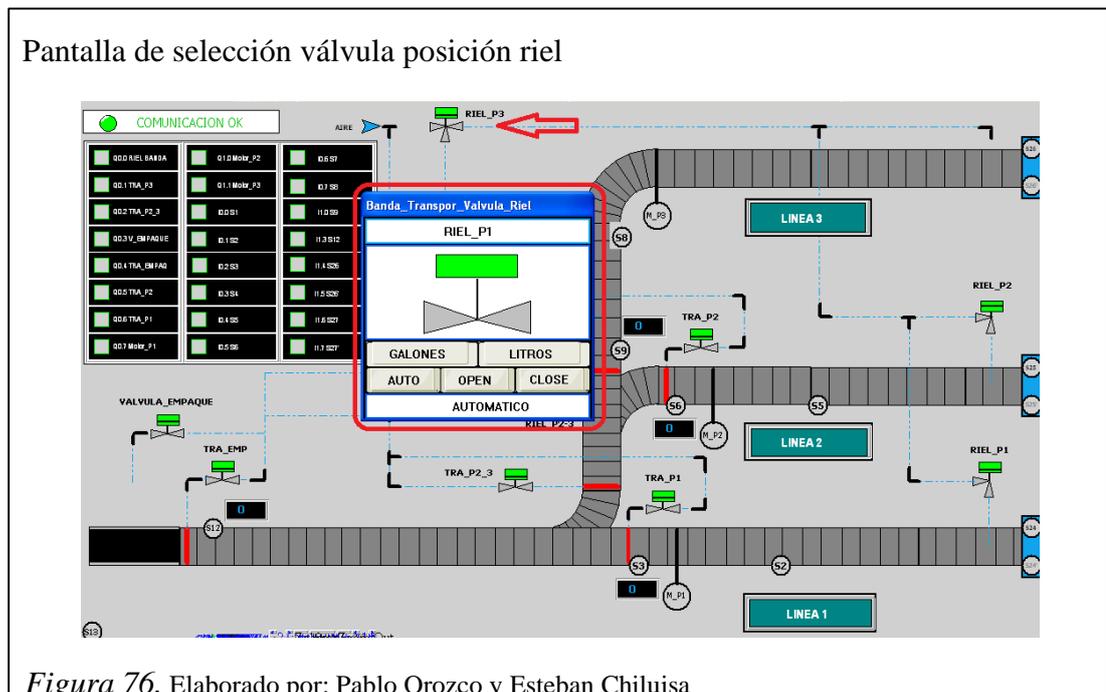


Figura 76. Elaborado por: Pablo Orozco y Esteban Chiluisa

Se selecciona litros o galones dependiendo lo que se va a producir en el sistema. En este caso litros. Figura 77.

Selección del sistema en litros

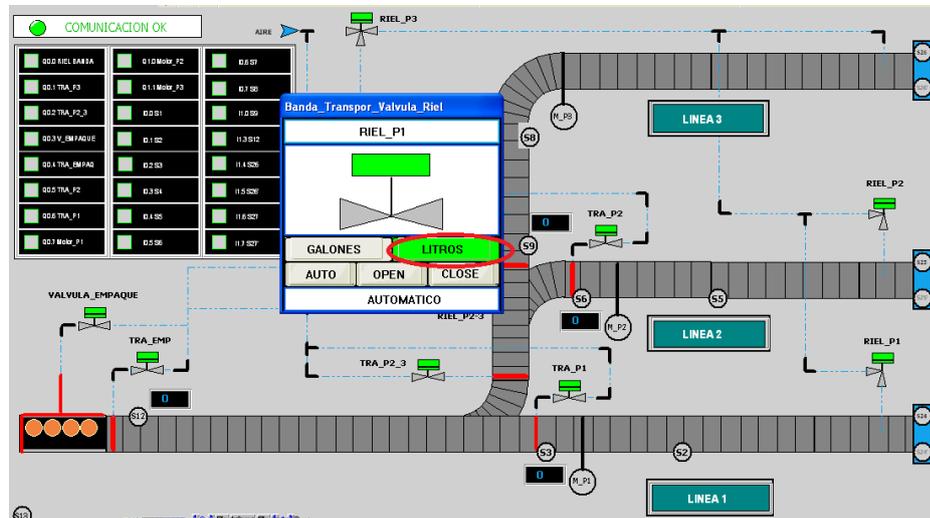


Figura 77. Elaborado por: Pablo Orozco y Esteban Chiluisa

Dentro del botón así como en los respectivos iconos de las válvulas se observa que cambia a color amarillo y se despliega una línea entrecortada en toda la banda con lo que se muestra que la riel se ha calibrado al tamaño correspondiente del envase en litros. Figura 78.

Verificación del sistema para trabajar en litros

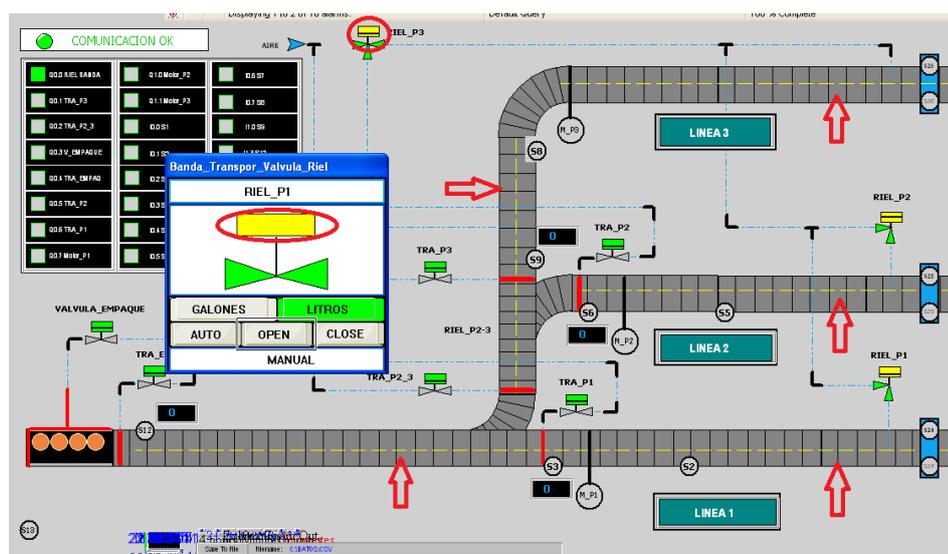
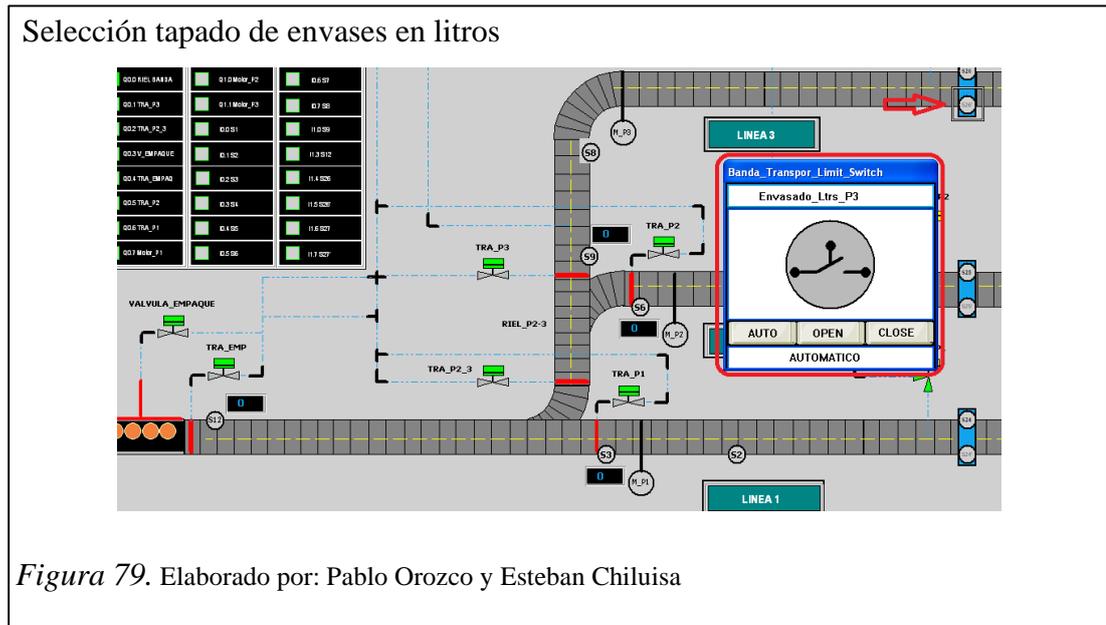


Figura 78. Elaborado por: Pablo Orozco y Esteban Chiluisa

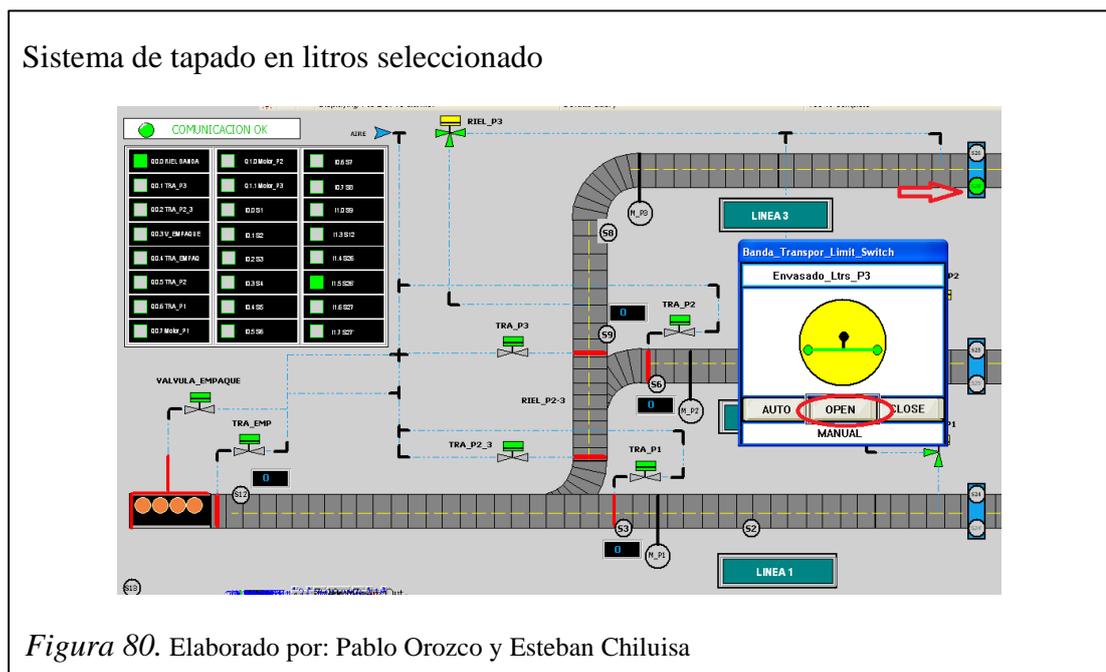
Ahora se procede a dar click en el sensor S26' que despliega el respectivo recuadro del sensor fin de carrera el cual indica que se trabajará en litros. Figura 79. En esta pantalla como en el resto de sensores se observa los botones OPEN y CLOSE, presionando cualquiera de ellos se simula el estado del sensor, equivalente a:

OPEN = detección de objeto.

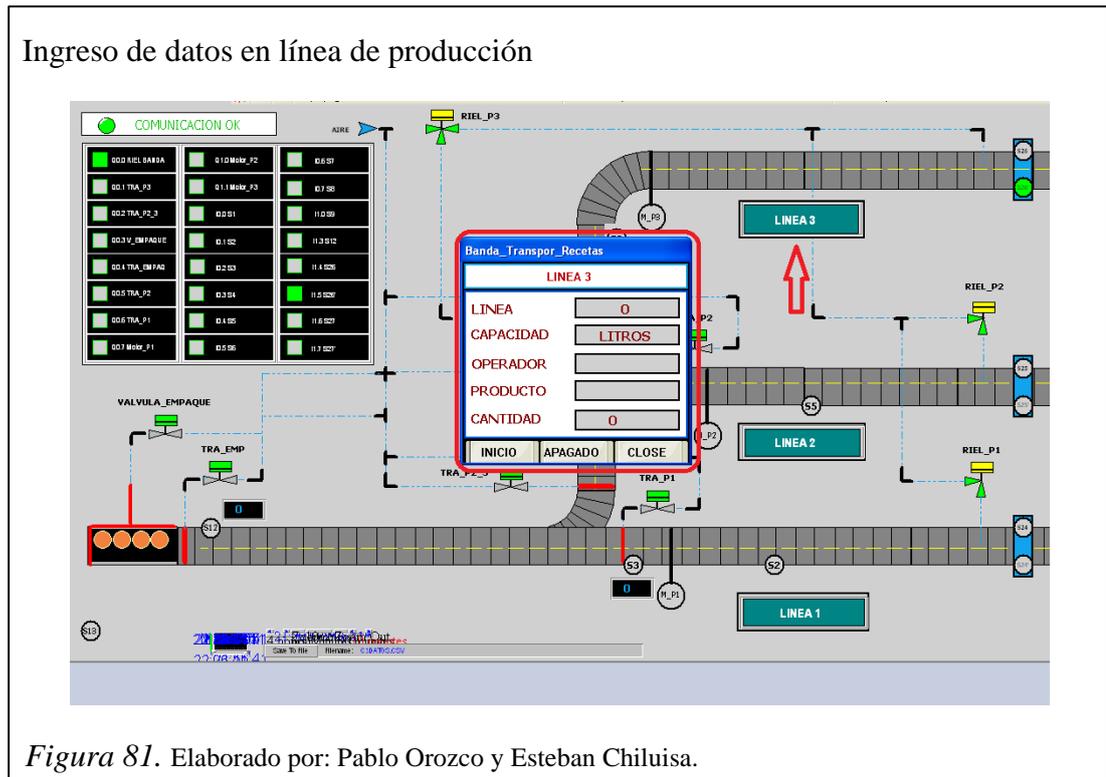
CLOSE = ausencia de objeto



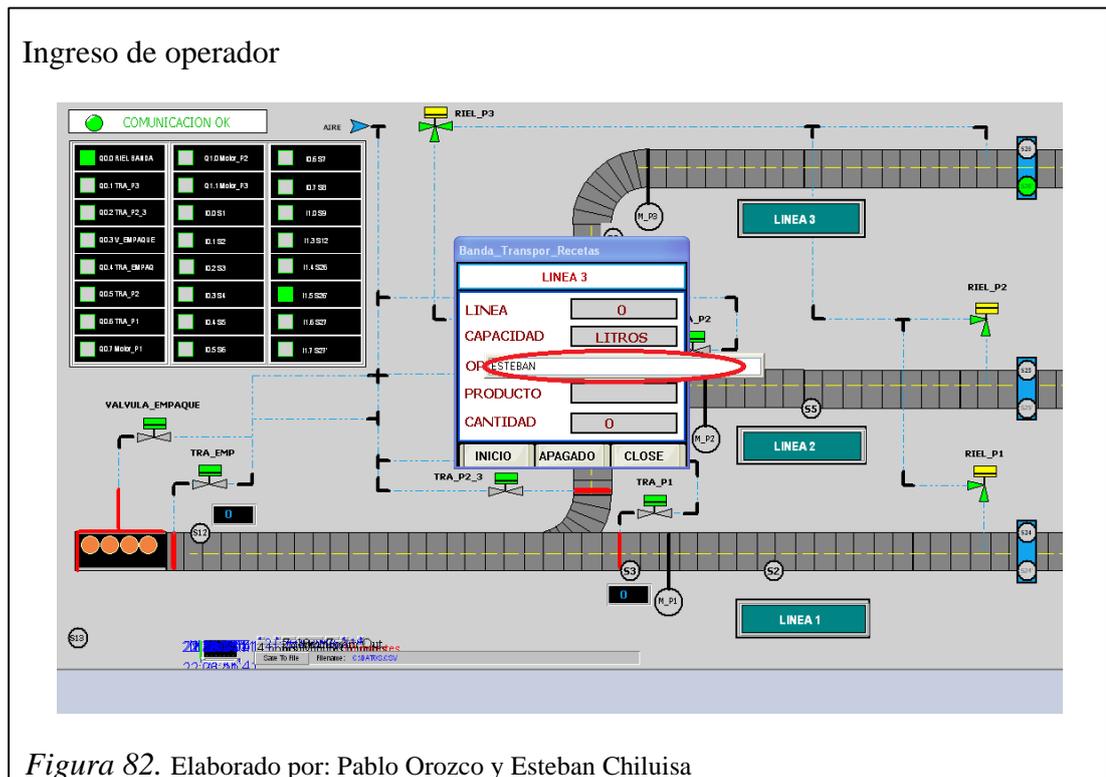
Activando el sensor con click en OPEN este cambia a color amarillo en el recuadro y se confirma su activación en proceso cuando el sensor cambia a color verde. Figura 80.



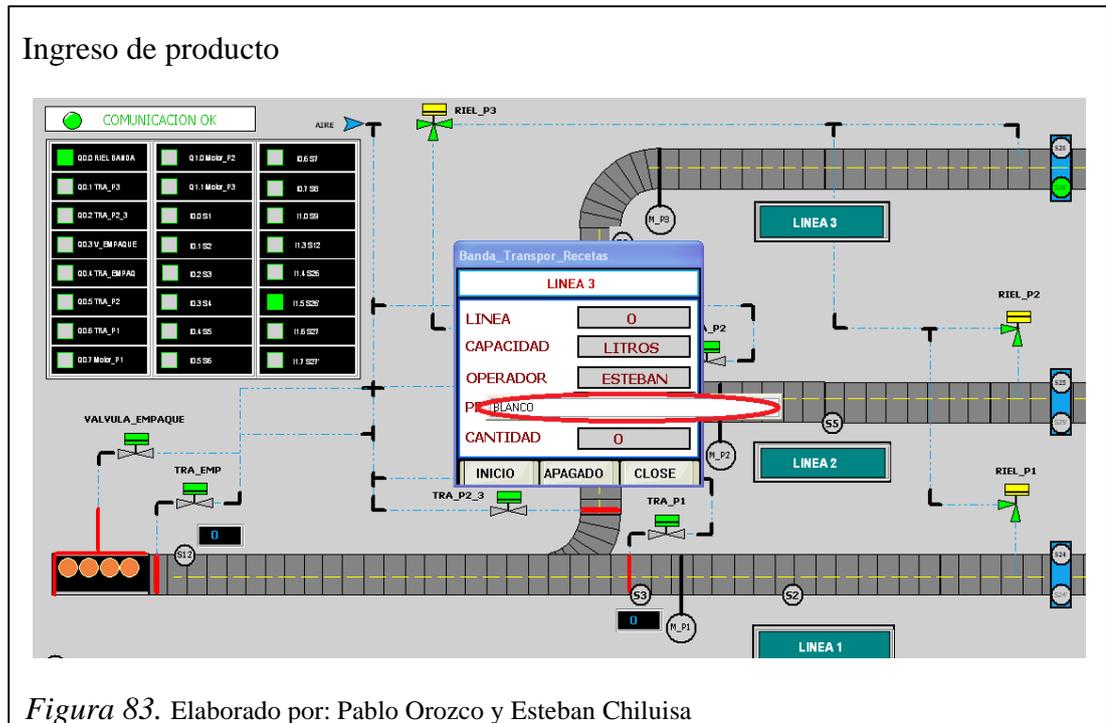
Ahora click en el botón “línea 3” se despliega el respectivo recuadro donde se debe llenar los datos faltantes excepto capacidad ya que está definida en litros. Figura 81.



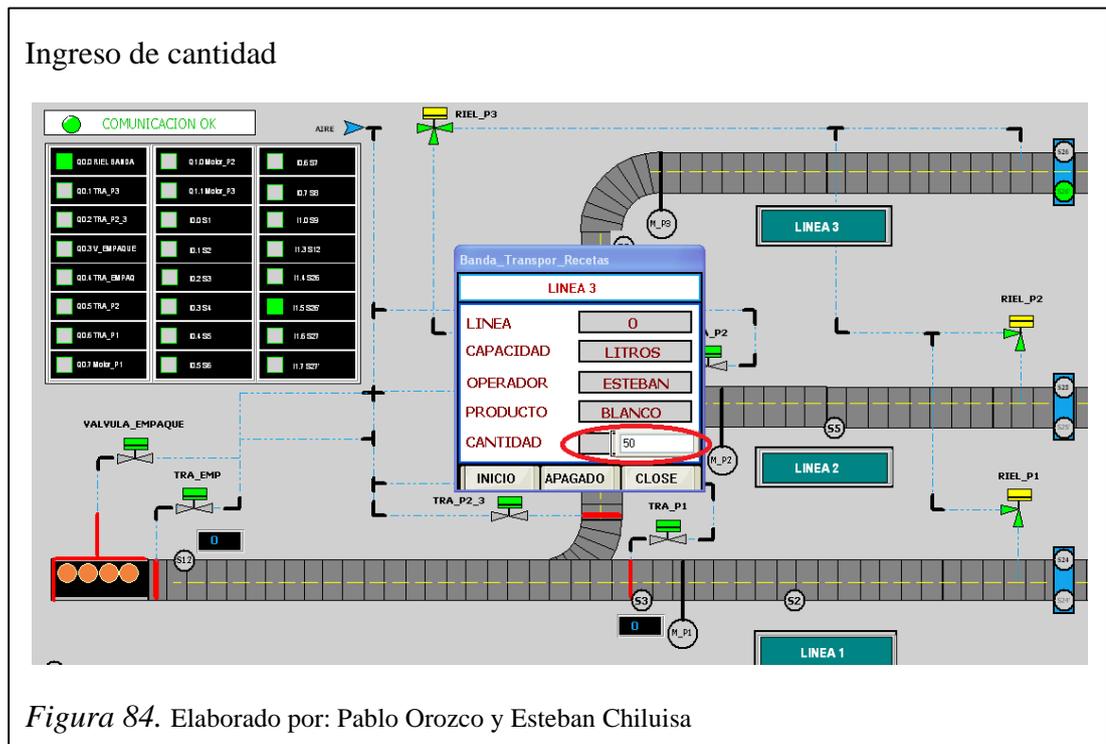
Click dentro del recuadro correspondiente a operador donde se ingresa el nombre de la persona encargada de dicha línea. Figura 82



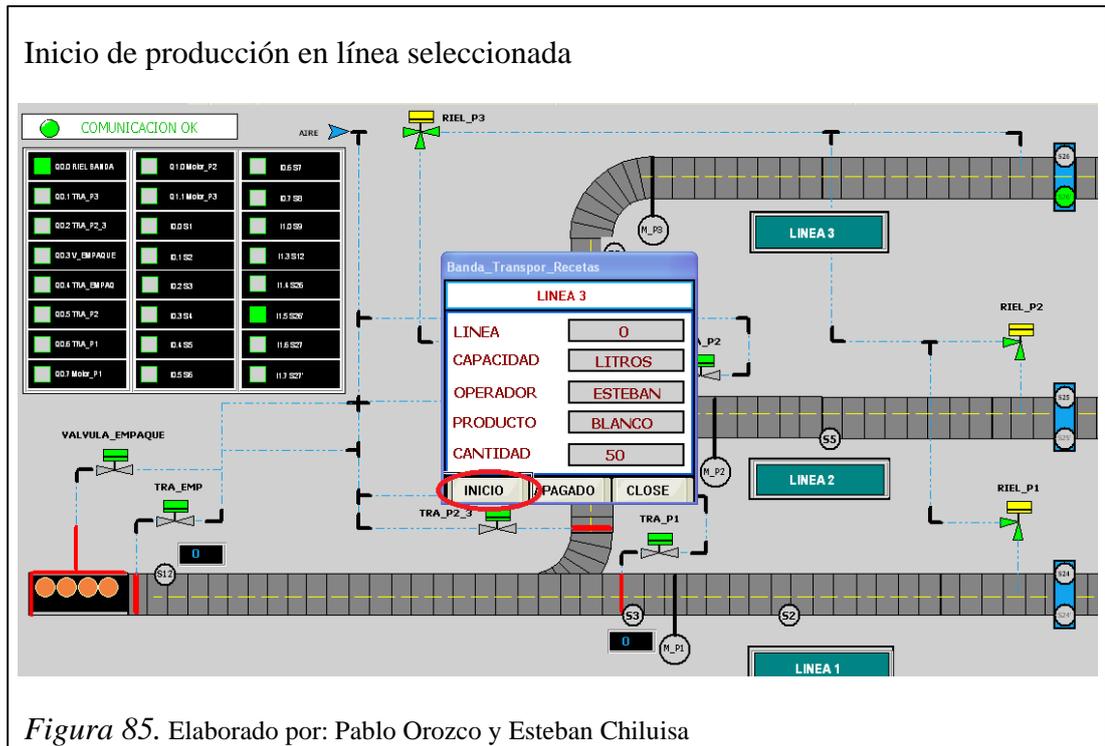
Click dentro del recuadro correspondiente a producto donde se ingresa el color que se despachará en dicha línea. Figura 83.



Click dentro del recuadro correspondiente a cantidad donde se ingresa el valor que se producirá en dicha línea. Figura 84.



Finalmente click en el botón INICIO y empieza el proceso de producción con los datos ingresados. Figura 85.

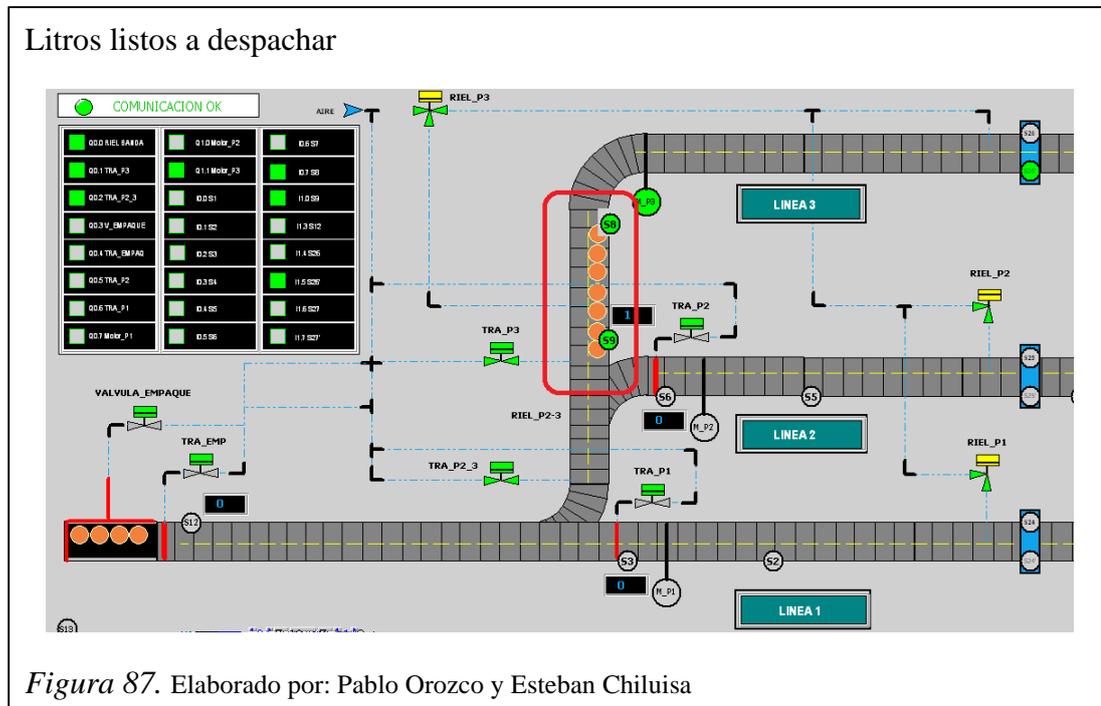


Ahora se procede a simular la señal del sensor S9 presionando el botón OPEN, con lo cual en la ventana de estado del sensor este cambia a color verde. (Figura 86).

Se puede llevar un registro real de la producción actual y restante de tarros de pintura, mediante el conteo realizado por el sensor. (Figura 86)



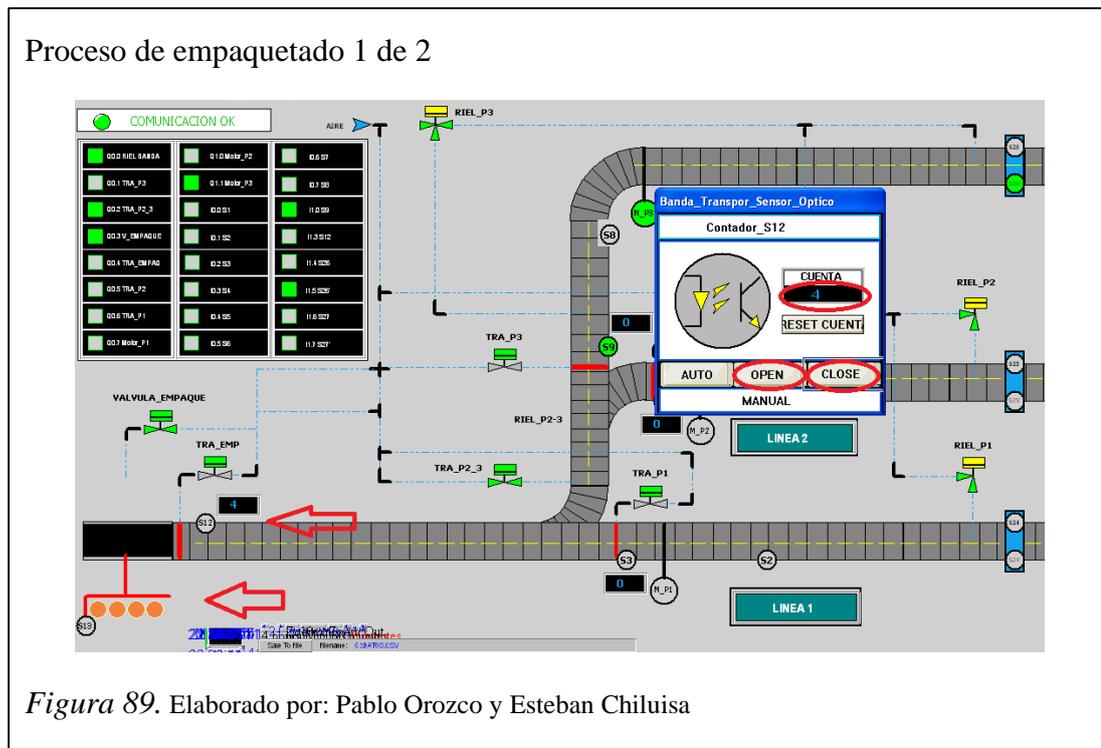
Cuando las señales de los sensores S8 y S9 se encuentren activas, aparecerán los 8 tarros listos a ser transportados a la línea de despacho mediante la apertura del pistón que controla el tráfico de la línea (tra_P3). Figura 87.



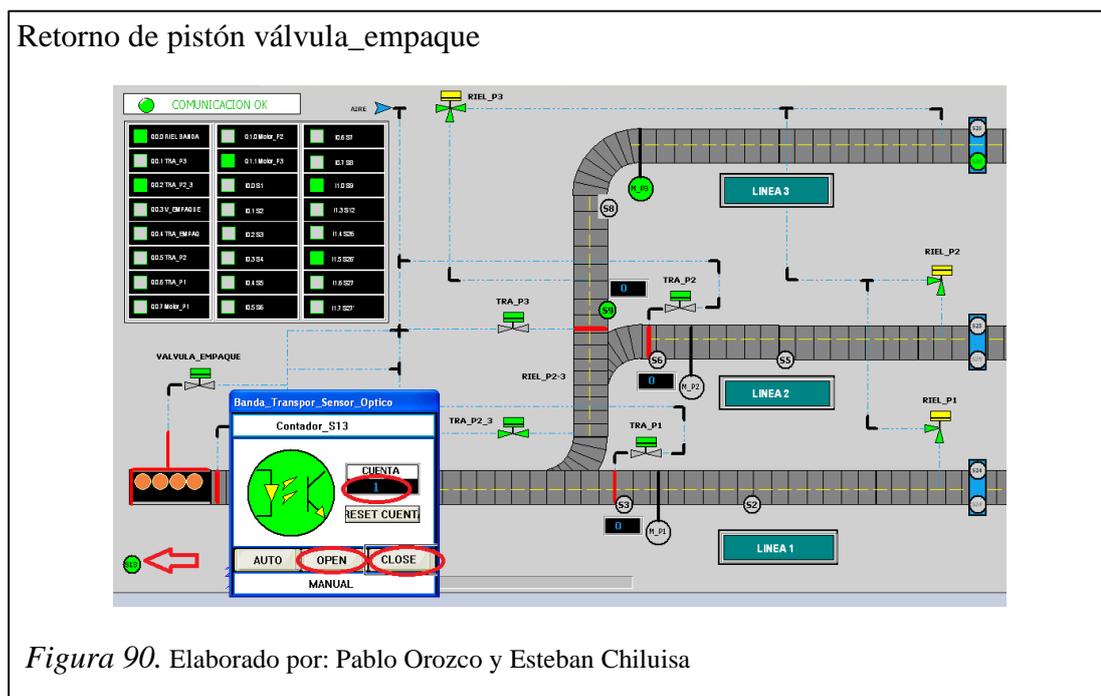
Una vez liberado el pistón, el sensor S9 empieza el conteo de los litros de pintura a ser despachados. Cuando este conteo llegue a ocho el pistón que controla el tráfico de línea (tra_P3) vuelve a accionarse hasta completar 8 litros más a ser despachados. Figura 88.



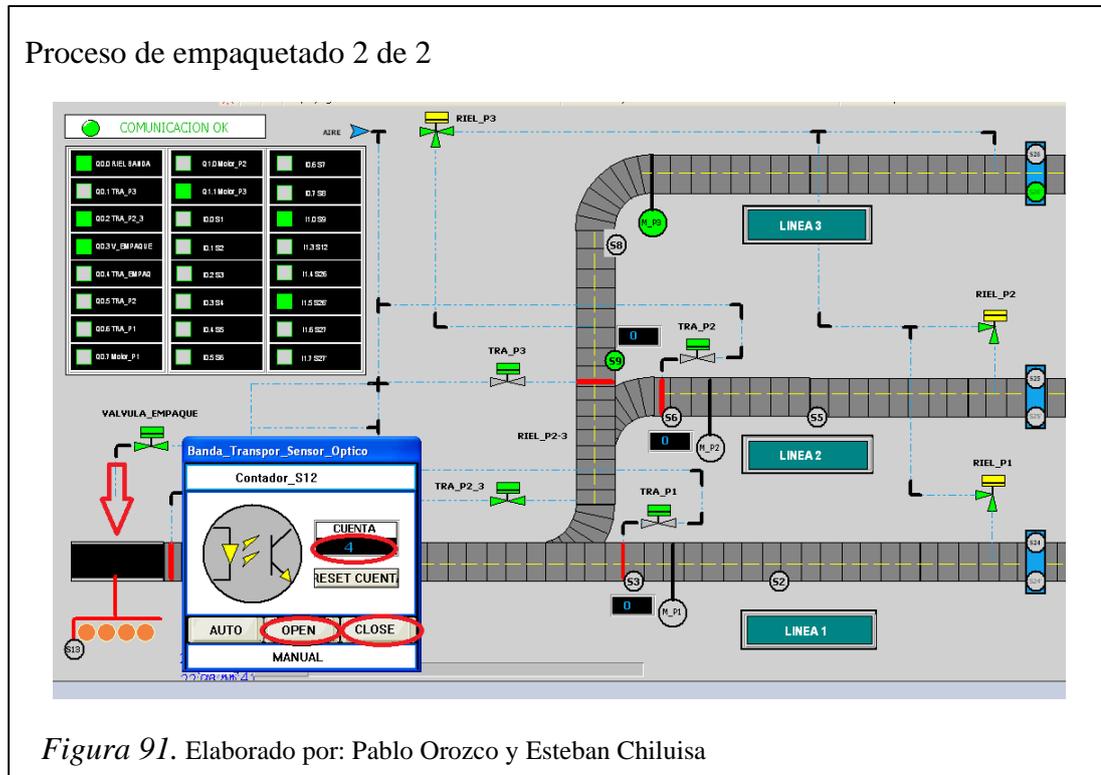
Se activa el sensor S12 presionando el botón OPEN. Presionando alternadamente los botones OPEN y CLOSE se realiza la cuenta de los primeros 4 tarros que son empujados por el pistón (válvula_empaque). Figura 89.



Se activa el sensor S13 presionando el botón OPEN. Presionando alternadamente los botones OPEN y CLOSE se logra el retorno del pistón a su posición inicial una vez terminada la cuenta de 4 tarros, para esperar los siguientes 4 tarros. Figura 90.

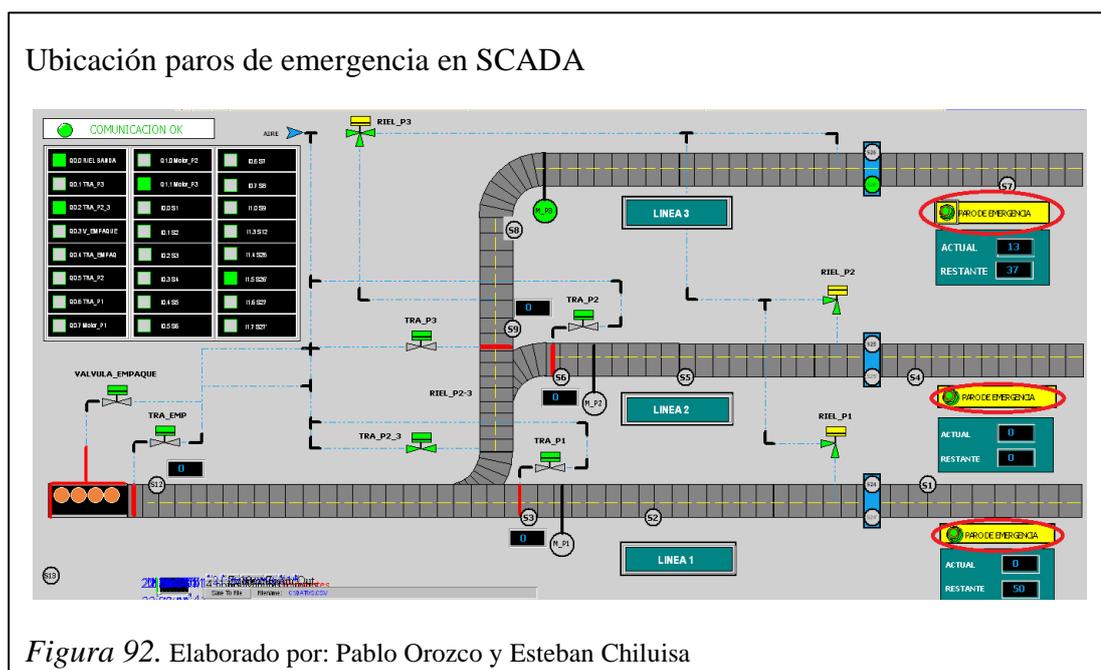


Se activa el sensor S12 nuevamente. Con los botones OPEN y CLOSE se procede a realizar la cuenta de los siguientes 4 tarros que son empujados por el pistón dando por terminado un paquete de 8 litros. Figura 91.

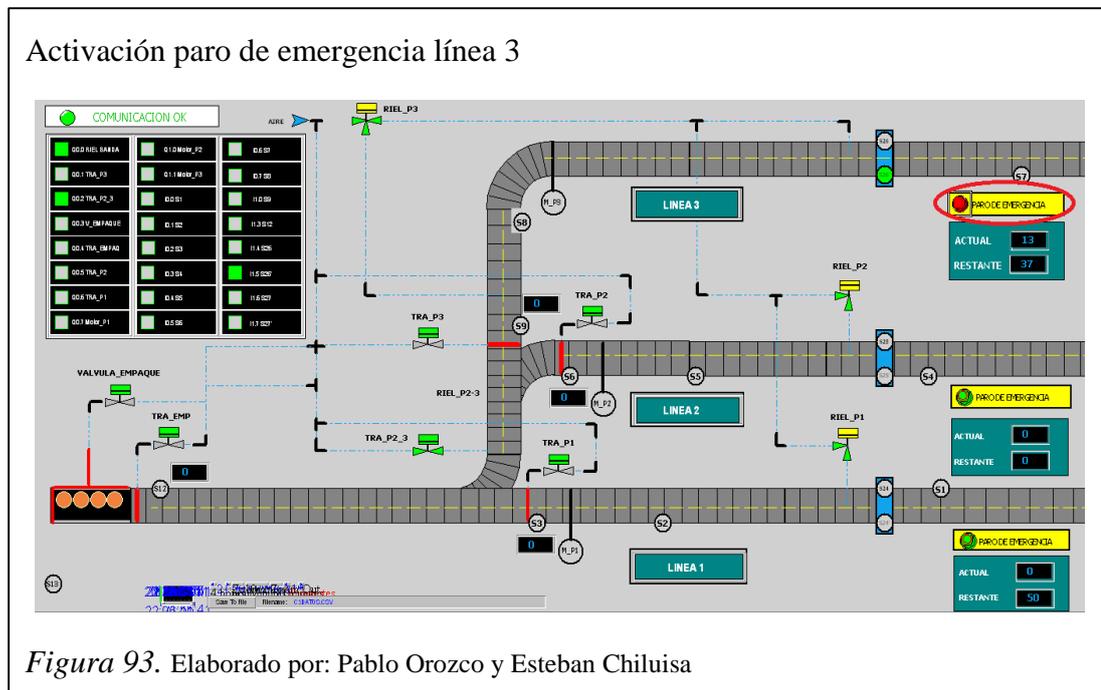


4.2. Activación de botón Paro de emergencia

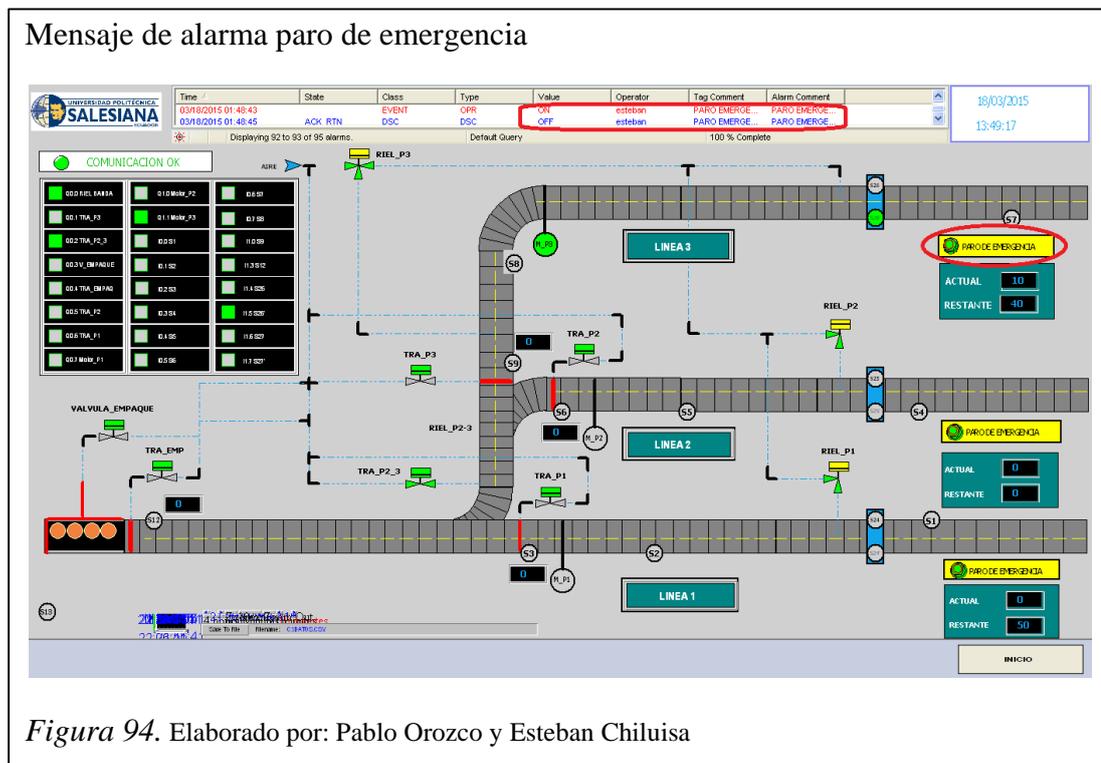
Se dispone de un botón de Activación del paro de emergencia en cada línea, como se muestra en la figura 92.



Dar click sobre el botón Paro de Emergencia se observa su activación, en este caso sobre la línea 3 lo que detiene el funcionamiento del motor de dicha línea por lo que no se permite ninguna acción. Figura 93.



Desactivando el botón Paro de Emergencia con un click, se reestablece el proceso. Esta activación y desactivación del Paro de Emergencia también se visualiza mediante un mensaje de alarma. Figura 94.



4.2. Producción sistema actual vs sistema propuesto

Tabla 10.

Producción mensual en galones (actual)

PRODUCCIÓN MENSUAL EN GALONES - ACTUAL								
Línea	GALONES /min	Horas diarias de operación	Unidades producidas por hora	tiempo en empaquetado lotes de 4 U (s)	Total paquetes diarios	Paquetes producidos por mes	% de venta mensual	Paquetes vendidos por mes
LINEA 1	8	1,6	480	10	160	3200	60,00%	1.920
LINEA 2	5	3,65	300	10	228	4563	60,00%	2.738
LINEA 3	5	3,05	300	10	191	3813	60,00%	2.288
TOTAL					579	11575		6945

Nota. Elaborado por: Pablo Orozco y Esteban Chiluisa

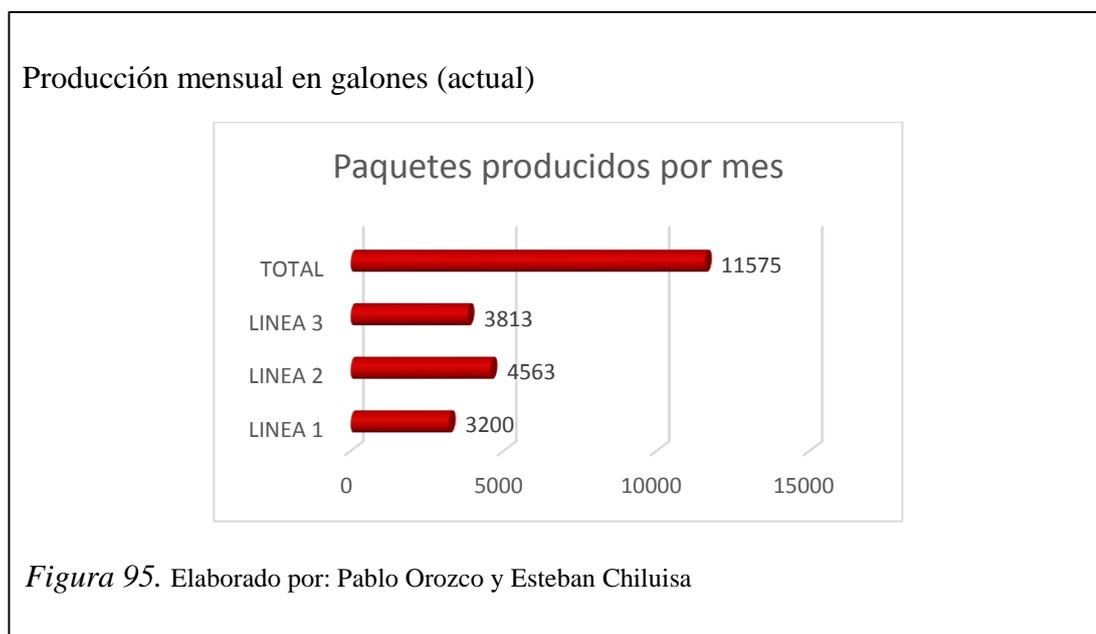


Figura 95. Elaborado por: Pablo Orozco y Esteban Chiluisa

Tabla 11.

Producción mensual en galones (propuesto)

PRODUCCIÓN MENSUAL EN GALONES - PROPUESTO								
Línea	GALONES /min	Horas diarias de operación	Unidades producidas por hora	tiempo en empaquetado lotes de 4 U (s)	Total paquetes diarios	Paquetes producidos por mes	% de venta mensual	Paquetes vendidos por mes
LINEA 1	8	1,6	480	6	173	3456	60,00%	2.074
LINEA 2	6	3,65	360	6	296	5913	60,00%	3.548
LINEA 3	7	3,05	420	6	288	5765	60,00%	3.459
TOTAL					757	15134		9080

Nota. Elaborado por: Pablo Orozco y Esteban Chiluisa

Producción mensual en galones (propuesta)

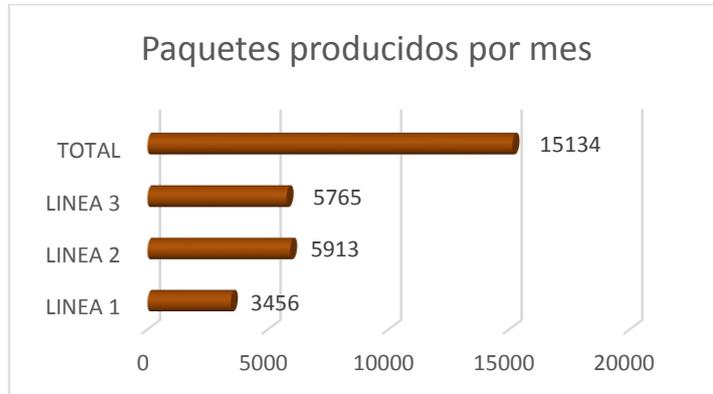


Figura 96. Elaborado por: Pablo Orozco y Esteban Chiluisa

Tabla 12.

Producción mensual en litros (actual)

PRODUCCIÓN MENSUAL EN LITROS - ACTUAL								
Línea	LITROS /min	Horas diarias de operación	Unidades producidas por hora	tiempo en empaquetado lotes de 8 U (s)	Total paquetes diarios	Paquetes producidos por mes	%de venta mensual	Paquetes vendidos por mes
LINEA 1	13	2,1	780	11	167	3344	60,00%	2.007
LINEA 2	9	3,95	540	11	218	4355	60,00%	2.613
LINEA 3	9	4,35	540	11	240	4796	60,00%	2.878
TOTAL					625	12495		7497

Nota. Elaborado por: Pablo Orozco y Esteban Chiluisa

Producción mensual en litros (actual)

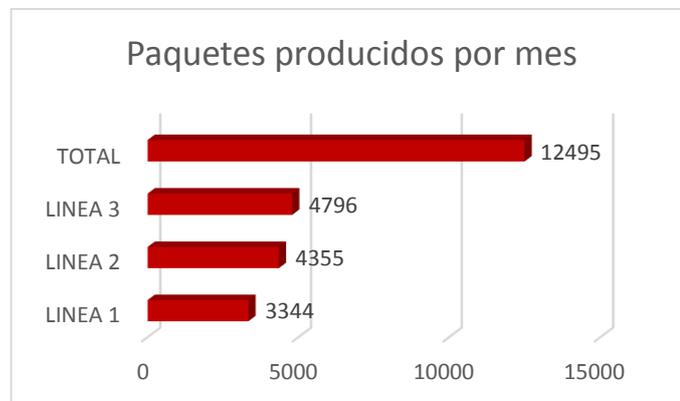


Figura 97. Elaborado por: Pablo Orozco y Esteban Chiluisa

Tabla 13.

Producción mensual en litros (propuesto)

PRODUCCIÓN MENSUAL EN LITROS - PROPUESTO								
Línea	LITROS /min	Horas diarias de operación	Unidades producidas por hora	tiempo en empaquetado lotes de 8 U (s)	Total paquetes diarios	Paquetes producidos por mes	% de venta mensual	Paquetes vendidos por mes
LINEA 1	14	2,1	840	6	198	3969	60,00%	2.381
LINEA 2	10	3,95	600	6	267	5333	60,00%	3.200
LINEA 3	11	4,35	660	6	323	6460	60,00%	3.876
TOTAL					788	15761		9457

Nota. Elaborado por: Pablo Orozco y Esteban Chiluisa

Producción mensual en litros (propuesta)

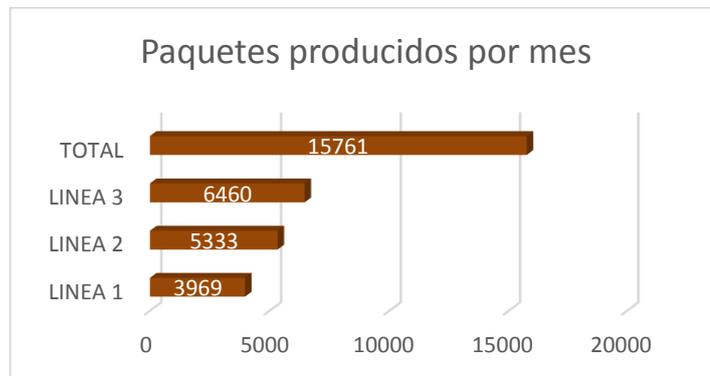


Figura 98. Elaborado por: Pablo Orozco y Esteban Chiluisa

4.3. Análisis de costos

Tabla 14.

Análisis de costos producción en galones

PRODUCCIÓN MENSUAL EN GALONES							
Línea	Total paquetes diarios	Paquetes producidos por mes	PVP Promedio	%utilidad por galón	%de venta mensual	Paquetes vendidos por mes	Utilidad Mensual
LINEA 1	160	3200	\$ 16,98	20,00%	60,00%	1.920	26.081,28
LINEA 2	228	4563	\$ 16,98	20,00%	60,00%	2.738	37.186,20
LINEA 3	191	3813	\$ 16,98	20,00%	60,00%	2.288	31.073,40
TOTAL actual	579	11575				6945	94.340,88

PRODUCCIÓN MENSUAL EN GALONES							
Línea	Total paquetes diarios	Paquetes producidos por mes	PVP Promedio	%utilidad por galón	%de venta mensual	Paquetes vendidos por mes	Utilidad Mensual
LINEA 1	173	3456	\$ 16,98	20,00%	60,00%	2.074	28.167,78
LINEA 2	296	5913	\$ 16,98	20,00%	60,00%	3.548	48.193,32
LINEA 3	288	5765	\$ 16,98	20,00%	60,00%	3.459	46.982,98
TOTAL propuesto	757	15134				9080	123.344,08

UTILIDAD MENSUAL GENERADA \$ 29.003,20

Nota. Elaborado por: Pablo Orozco y Esteban Chiluisa

Utilidad mensual generada en Galones

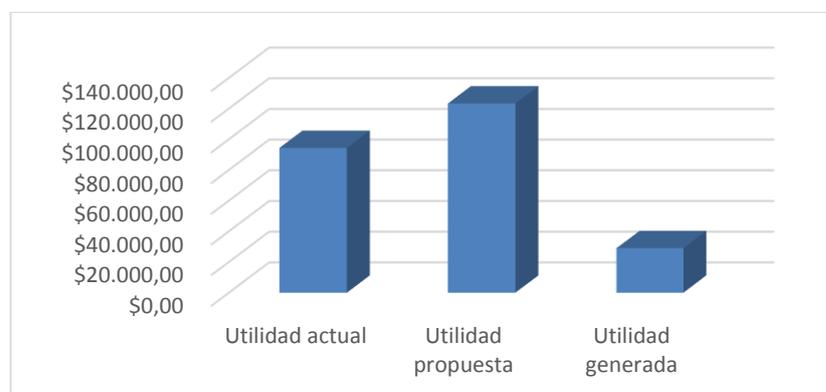


Figura 99. Elaborado por: Pablo Orozco y Esteban Chiluisa

Tabla 15.

Análisis de costos producción en Litros

PRODUCCIÓN MENSUAL EN LITROS							
Línea	Total paquetes diarios	Paquetes producidos por mes	PVP Promedio	%utilidad por galón	%de venta mensual	Paquetes vendidos por mes	Utilidad Mensual USD
LINEA 1	167	3344	\$ 4,67	20,00%	60,00%	2.007	14.992,94
LINEA 2	218	4355	\$ 4,67	20,00%	60,00%	2.613	19.523,78
LINEA 3	240	4796	\$ 4,67	20,00%	60,00%	2.878	21.500,87
TOTAL	625	12495				7497	56.017,58

PRODUCCIÓN MENSUAL EN LITROS							
Línea	Total paquetes diarios	Paquetes producidos por mes	PVP Promedio	%utilidad por galón	%de venta mensual	Paquetes vendidos por mes	Utilidad Mensual USD
LINEA 1	198	3969	\$ 4,67	20,00%	60,00%	2.381	17.793,82
LINEA 2	267	5333	\$ 4,67	20,00%	60,00%	3.200	23.906,66
LINEA 3	323	6460	\$ 4,67	20,00%	60,00%	3.876	28.960,35
TOTAL	788	15761				9457	70.660,84

UTILIDAD MENSUAL GENERADA	\$ 14.643,25
----------------------------------	---------------------

Nota. Elaborado por: Pablo Orozco y Esteban Chiluisa

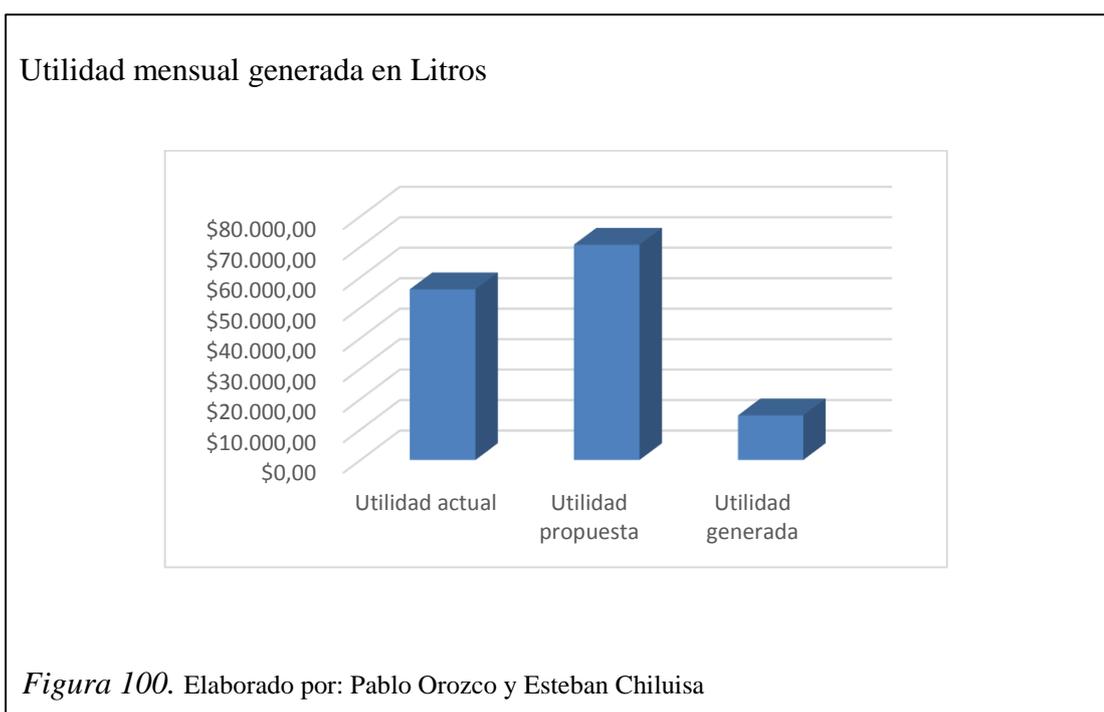


Figura 100. Elaborado por: Pablo Orozco y Esteban Chiluisa

4.4. Listado de materiales, insumos, equipos

Tabla 16.

Equipos de automatización y control

EQUIPOS DE AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL					
ítem	Descripción	Cant	Und	V.Unitario	V.Total
1	PLC S7-300 CPU 315 -2 PN/DP	1	U	\$ 4.255,00	\$ 4.255,00
2	MODULO DE SEÑAL 32 DI	1	U	\$ 710,00	\$ 710,00
3	MODULO DE SEÑAL 16 DO	1	U	\$ 485,00	\$ 485,00
4	FUENTE DE PODER PS307 24VDC - 5A	1	U	\$ 314,00	\$ 314,00
5	LUZ PILOTO VERDE 220VAC	4	U	\$ 9,64	\$ 38,56
6	BREAKER REGULABLE 63-80A	1	U	\$ 96,40	\$ 96,40
7	BREAKER RIEL DIN 2P-6A	1	U	\$ 23,20	\$ 23,20
8	BREAKER RIEL DIN 1P-6A	2	U	\$ 11,15	\$ 22,30
9	BREAKER RIEL DIN 3P-6A	4	U	\$ 36,90	\$ 147,60
10	BORNERAS 32A	60	U	\$ 1,80	\$ 108,00
11	CONTACTOR 7A / 220VAC	4	U	\$ 21,46	\$ 85,84
12	RELÉ TERMICO 0.7-1A	3	U	\$ 38,55	\$ 115,65
13	RELÉ TERMICO 2.2-3.2 A	1	U	\$ 38,55	\$ 38,55
14	PULSADOR PARO DE EMERGENCIA	4	U	\$ 26,80	\$ 107,20
15	RELÉ MINIATURA 11 PINES 24VDC	13	U	\$ 6,88	\$ 89,44
16	BASE RELÉ MINIATURA 11 PINES	13	U	\$ 4,58	\$ 59,54
17	SELCTOR 2 POSICIONES CON LLAVE	4	U	\$ 33,62	\$ 134,48
18	PULSADOR METÁLICO VEDE	4	U	\$ 8,72	\$ 34,88
19	PULSADOR METÁLICO ROJO	4	U	\$ 8,72	\$ 34,88
20	CAJA PLÁSTICA PARA 2 COMANDOS	4	U	\$ 13,96	\$ 55,84
21	FINAL DE CARRERA	6	U	\$ 53,26	\$ 319,56
22	RIEL INSTALACIÓN S7-300 530mm	1	U	\$ 89,00	\$ 89,00
23	CAJA PLASTICA PARA 1 COMANDO	4	U	\$ 12,91	\$ 51,64
24	CABLE #18 AWG AZUL	100	m	\$ 0,24	\$ 24,00
25	CABLE #18 AWG ROJO	100	m	\$ 0,24	\$ 24,00
26	CABLE CONCENTRICO 4x14 AWG	40	m	\$ 2,10	\$ 84,00
27	CABLE CONCENTRICO 3x18 AWG	70	m	\$ 0,97	\$ 67,90
28	CANALETA RANURADA 40X60	3	U	\$ 8,22	\$ 24,66
29	RIEL DIN	4	U	\$ 2,50	\$ 10,00
30	AMARRA PLÁSTICA 15cm	2	U	\$ 2,24	\$ 4,48
31	TERMINAL PUNTERA CABLE #18	500	U	\$ 0,04	\$ 20,00
32	TOMACORRIENTE CON TAPA	1	U	\$ 1,60	\$ 1,60
33	GABINETE METÁLICO 100x80X25cm	1	U	\$ 175,08	\$ 175,08
	TOTAL				\$ 7.872,21

Nota. Elaborado por: Pablo Orozco y Esteban Chiluisa

Tabla 17.
Equipos neumáticos

EQUIPOS NEUMÁTICOS					
ítem	Descripción	Cant	Und	V.Unitario	V.Total
1	CILINDRO NORMALIZADO DOBLE EFECTO	10	U	\$ 109,63	\$ 1.096,30
2	REGULADOR DE CAUDAL M5 MANGUERA 6mm	20	U	24,94	\$ 498,80
3	SENSOR FOTOELÉCTRICO DE PROXIMIDAD	11	U	534,76	\$ 5.882,36
4	CONECTOR M12 - 4 PINES PARA SENSOR	11	U	35,78	\$ 393,58
5	UNIDAD DE MANTENIMIENTO 1/2"	1	U	288,53	\$ 288,53
6	CILINDRO NORMALIZADO DOBLE EFECTO	5	U	272,87	\$ 1.364,35
7	SENSOR MAGNÉTICO DE POSICIÓN DOS HILOS	4	U	57,61	\$ 230,44
8	REGULADOR DE CAUDAL 1/4" MANGUERA 6mm	10	U	27,66	\$ 276,60
9	MANGUERA DE POLIURETANO AZUL 6mm	70	m	1,47	\$ 102,90
10	VÁLVULA BÁSICA 5/2 MONOESTABLE	9	U	93,84	\$ 844,56
11	ELECTROVÁLVULA DE PILOTAJE 24VDC	9	U	34,62	\$ 311,58
12	CONECTOR ELÉCTRICO	9	U	3,83	\$ 34,47
13	PLACA ALIMENTACIÓN 9 POSICIONES	1	U	106,98	\$ 106,98
14	PLACA CIEGA	1	U	10,16	\$ 10,16
15	RACOR RECTO 3/8" MANGUERA 6mm	1	U	4,09	\$ 4,09
16	SILENCIADOR DE BRONCE 3/8"	2	U	20,78	\$ 41,56
17	TAPÓN CIEGO 3/8"	3	U	3,31	\$ 9,93
18	PIEZA DE FIJACIÓN VÁLVULAS NEUMÁTICAS	9	U	12,44	111,96
19	RACOR RECTO 1/4" MANGUERA 6mm	18	U	2,28	41,04
	TOTAL				\$ 11.650,19

Nota. Elaborado por: Pablo Orozco y Esteban Chiluisa

Tabla 18.

Maquinaria y mano de obra

BANDA TRANSPORTADORA					
ítem	Descripción	Cant	Und	V.Unitario	V.Total
1	BANDA TRANSPORTADORA ACERO INOX. 5m	1	U	\$ 3.500,00	\$ 3.500,00
2	BANDA TRANSPORTADORA ACERO INOX. 2m	1	U	\$ 1.975,00	\$ 1.975,00
3	MOTOR 1/4 HP	2	U	250	\$ 500,00
4	CAJA REDUCTORA	2	U	340	\$ 680,00
	TOTAL				\$ 6.655,00
INGENIERÍA Y MONTAJE					
ítem	Descripción	Cant	Und	V.Unitario	V.Total
1	DISEÑO Y PROGRAMACIÓN DE SISTEMA SCADA	1	glb	\$ 2.500,00	\$ 3.000,00
2	DISEÑO Y ARMADO DE TABLERO	1	U	\$ 400,00	\$ 400,00
3	MONTAJE DE HARDWARE	1	glb	\$ 1.900,00	\$ 2.000,00
	TOTAL				\$ 5.400,00
INVERSIÓN APROXIMADA PARA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA					\$ 31.577,40

Nota. Elaborado por: Pablo Orozco y Esteban Chiluisa

CONCLUSIONES

- Se realizó el levantamiento del mapa de proceso de elaboración de pintura, para optimizar tiempo y recursos ya que existían ciertas etapas como clasificación y despacho del producto que se las realizaba de forma desordenada.
- Se realizaron los planos de hardware que deberán tomarse como referencia si se desea implementar el sistema, ya que fueron diseñados de acuerdo al espacio físico existente en planta. Mejorando así la distribución de maquinaria y componentes.
- Se realizó el diseño y la simulación del sistema SCADA para la automatización del proceso de clasificación y despacho de los tarros de pintura, para comprobar la viabilidad de su implementación
- Mediante la aplicación NettoPlcSim se logró establecer la comunicación entre el PLC y el sistema SCADA, la cual simula perfectamente una comunicación mediante Protocolo TCP IP entre los dispositivos como si estuviese instalada físicamente.
- Se comprobó que el sistema actual presenta un problema en el área de empaquetado ya que el producto dosificado no llega de forma ordenada y ocasiona un cuello de botella en el proceso. Por lo tanto el diseño está basado en una solución técnica a éste problema.
- Se demostró mediante la simulación y ejercicios In situ que el diseño propuesto aumenta en un 24% la producción de galones y un 20% la producción de litros. Logrando así que la planta incremente su margen de contribución en un porcentaje considerable.

RECOMENDACIONES

- Debido a la gran cantidad de recursos necesarios para la simulación del sistema, se recomienda realizarlo en un computador con características mínimas de procesador Core i7, 4GB RAM.
- Se recomienda implementar el sistema en un plazo máximo de dos meses debido a que algunos de los elementos sugeridos para este proyecto tendrán un incremento en su valor debido a las nuevas tasas arancelarias que rigen a partir de abril del presente año.
- Si se desea implementar el sistema, se recomienda que a los elementos contemplados en el diseño como son válvulas, pistones, sensores y finales de carrera. Se realice un mantenimiento preventivo 1 vez al año.
- Se recomienda se instalen los elementos sugeridos como sensores, pistones y válvulas que tienen un grado de protección IP66-67 para poder cumplir las exigencias del ambiente al que serán expuestos.
- Se recomienda una nueva señalización en las instalaciones ya que serán reubicados equipos y se instalará maquinaria nueva.
- Se recomienda continuar con la automatización de los procesos restantes (mezcla y dosificación) debido a la gran demanda de mercado actual.

LISTA DE REFERENCIAS

Karlof Bengt & ostblom Svante, Benchmarking, Primera edición, Editorial John Wiley & Wons, NY EUA, 2004.

M. Jiménez Carlos, Gestión & Costos, 1ra, Reimpresión, Ediciones Macchi, Buenos Aires, Argentina, 2006.

Hernández, Arturo, Manufactura justo a tiempo un enfoque práctico, Editorial Continental, Primera Edición, México, 2004.

Manganelli, Raymon L, Cómo hacer Reingeniería: La guía indispensable para poner en práctica paso a paso la teoría que está cambiando las empresas, Segunda Edición, Norma. Bogotá, Colombia, 2004.

S. Kaplan Robert, P. Norton David y Kofman, Fredy, Mapas Estratégicos, 2da. Edición, Editorial: Symnetics Gestión 2000, Barcelona, España, 2004.

Referencias electrónicas

Automatización Industrial, <http://automatizacion.bligoo.com/content/view/465437>

Automatización Industrial, <http://www.peocities.com/automatizacionindustrial>, Abril, 2009.

Siemens technical education Program, <http://www.usa.siemens.com/step>.

Sistemas de automatización Industrial, [http://www.mamma.com\(automatización\)](http://www.mamma.com(automatización)), Abril, 2009

ANEXOS

Anexo 1. Especificaciones técnicas PLC Siemens S7-300

SIEMENS

Data sheet

6ES7315-2EH14-0AB0



SIMATIC S7-300 CPU 315-2 PN/DP, CENTRAL PROCESSING UNIT WITH 384 KBYTE WORKING MEMORY, 1. INTERFACE MPI/DP 12MBIT/S, 2. INTERFACE ETHERNET PROFINET, WITH 2 PORT SWITCH, MICRO MEMORY CARD NECESSARY

Product type designation	
General information	
Hardware product version	01
Firmware version	V3.2
Engineering with	
• Programming package	STEP7 V 5.5 or higher
Supply voltage	
Rated value (DC)	
• 24 V DC	Yes
permissible range, lower limit (DC)	20.4 V
permissible range, upper limit (DC)	28.8 V
External protection for supply cables (recommendation)	2 A min.
Mains buffering	
• Mains/voltage failure stored energy time	5 ms
• Repeat rate, min.	1 s
Input current	
Current consumption (rated value)	750 mA
Current consumption (in no-load operation), typ.	150 mA
Inrush current, typ.	4 A
I_t	1 A ² ·s
Power losses	
Power loss, typ.	4.65 W

Memory	
Work memory	
• Integrated	384 kbyte
• expandable	No
• Size of retentive memory for retentive data blocks	128 kbyte
Load memory	
• pluggable (MMC)	Yes
• pluggable (MMC), max.	8 Mbyte
• Data management on MMC (after last programming), min.	10 y
Backup	
• present	Yes; Guaranteed by MMC (maintenance-free)
• without battery	Yes; Program and data
CPU processing times	
for bit operations, typ.	0.05 μ s
for word operations, typ.	0.09 μ s
for fixed point arithmetic, typ.	0.12 μ s
for floating point arithmetic, typ.	0.45 μ s
CPU-blocks	
Number of blocks (total)	1 024; (DBs, FCs, FBs); the maximum number of loadable blocks can be reduced by the MMC used.
DB	
• Number, max.	1 024; Number range: 1 to 16000
• Size, max.	64 kbyte
FB	
• Number, max.	1 024; Number range: 0 to 7999
• Size, max.	64 kbyte
FC	
• Number, max.	1 024; Number range: 0 to 7999
• Size, max.	64 kbyte
OB	
• Size, max.	64 kbyte
• Number of free cycle OBs	1; OB 1
• Number of time alarm OBs	1; OB 10
• Number of delay alarm OBs	2; OB 20, 21
• Number of time interrupt OBs	4; OB 32, 33, 34, 35
• Number of process alarm OBs	1; OB 40
• Number of DPV1 alarm OBs	3; OB 55, 56, 57
• Number isochronous mode OBs	1; OB 61
• Number of startup OBs	1; OB 100

• Number of asynchronous error OBs	6: OB 80, 82, 83, 85, 86, 87 (OB83 only for PROFINET IO)
• Number of synchronous error OBs	2: OB 121, 122
Nesting depth	
• per priority class	16
• additional within an error OB	4
Counters, timers and their retentivity	
S7 counter	
• Number	256
Retentivity	
— can be set	Yes
— lower limit	0
— upper limit	255
— preset	Z 0 to Z 7
Counting range	
— can be set	Yes
— lower limit	0
— upper limit	999
IEC counter	
• present	Yes
• Type	SFB
• Number	Unlimited (limited only by RAM capacity)
S7 times	
• Number	256
Retentivity	
— can be set	Yes
— lower limit	0
— upper limit	255
— preset	No retentivity
Time range	
— lower limit	10 ms
— upper limit	9 990 s
IEC timer	
• present	Yes
• Type	SFB
• Number	Unlimited (limited only by RAM capacity)
Data areas and their retentivity	
Total retentive data area	All, 128 KB max.
Flag	
• Number, max.	2 048 byte
• Retentivity available	Yes; MB 0 to MB 2047
• Retentivity preset	MB 0 to MB 15

• Number of clock memories	8; 1 memory byte
Data blocks	
• Number, max.	1 024; Number range: 1 to 16000
• Size, max.	64 kbyte
• Retentivity adjustable	Yes; via non-retain property on DB
• Retentivity preset	Yes
Local data	
• per priority class, max.	32 768 byte; Max. 2048 bytes per block
Address area	
I/O address area	
• Inputs	2 048 byte
• Outputs	2 048 byte
of which, distributed	
— Inputs	2 048 byte
— Outputs	2 048 byte
Process image	
• Inputs	2 048 byte
• Outputs	2 048 byte
• Inputs, adjustable	2 048 byte
• Outputs, adjustable	2 048 byte
• Inputs, default	128 byte
• Outputs, default	128 byte
Subprocess images	
• Number of subprocess images, max.	1; With PROFINET IO, the length of the user data is limited to 1600 bytes
Digital channels	
• Inputs	16 384
— Inputs, of which central	1 024
• Outputs	16 384
— Outputs, of which central	1 024
Analog channels	
• Inputs	1 024
— Inputs, of which central	256
• Outputs	1 024
— Outputs, of which central	256
Hardware configuration	
Expansion devices, max.	3
Number of DP masters	
• Integrated	1
• Via CP	4
Number of operable FMs and CPs (recommended)	

<ul style="list-style-type: none"> • Number of entries, max. <ul style="list-style-type: none"> — can be set — Of which powerfail-proof • Number of entries readable in RUN, max. <ul style="list-style-type: none"> — can be set — preset 	500 No 100; Only the last 100 entries are retained 499 Yes; From 10 to 499 10
Service data	
<ul style="list-style-type: none"> • Can be read out 	Yes
Ambient conditions	
Ambient temperature in operation	
<ul style="list-style-type: none"> • Min. • max. 	0 °C 60 °C
Configuration	
Configuration software	
<ul style="list-style-type: none"> • STEP 7 	Yes; V5.5 or higher
programming	
<ul style="list-style-type: none"> • Command set • Nesting levels • System functions (SFC) • System function blocks (SFB) 	see instruction list 8 see instruction list see instruction list
Programming language	
<ul style="list-style-type: none"> — LAD — FBD — STL — SCL — CFC — GRAPH — HiGraph® 	Yes Yes Yes Yes Yes Yes Yes
Know-how protection	
<ul style="list-style-type: none"> • User program protection/password protection • Block encryption 	Yes Yes; With S7 block Privacy
Dimensions	
Width	40 mm
Height	125 mm
Depth	130 mm
Weights	
Weight, approx.	340 g
last modified:	12.03.2015

Anexo 2. Proforma Equipos de Automatización y control

Solution Partner Automation SIEMENS		 Cia. Ltda. <i>Automatizando al país del futuro</i>		SIEMENS Distribuidor Autorizado	
 RELEQUICK, S.A.		Jorge Juan N32-24 y Av. Mariana de Jesús Teléfonos: (593-2) 2504423 / 2565487 / 2905464 Fax: (593-2) 2565468 Quito -Ecuador RUC: 1791826140001		www.inaselecuador.com Quito, 24 MARZO 2015	
 componenti elettrici per industria				PROFORMA 0211FA CONTRIBUYENTE ESPECIAL RESOLUCIÓN No. 826 22/12/2009	
Cliente:		ECONTROL		TELEF:	
Atención:		Esteban Chiluisa Vitery			
Dirección:				REF:	
Nos es grato presentarle nuestra mejor propuesta para el suministro de los siguientes materiales:					
ITEM	CANT	DESCRIPCION	UNIDAD	TOTAL	
1	1	SIMATIC 57-300 CPU 315 2PN/DP 6ES7315-2EH14-0AB0	4255,00	4255,00	
2	1	MODULO SIMATIC 32DI-24VDC 6ES7-321-1BL00-0AA0	710,00	710,00	
3	1	MODULO DE SALIDAS DIGITALES16DO 24VDC 6ES7322-1BH01-0AA0	485,00	485,00	
4	1	FUENTE SITOP FOR 57-300.120-230VAC/24VDC 5AMP 6ES7307-1EA01	314,00	314,00	
5	4	LUZ PILOTO LED 220VSC/VDC VERDE 3SB6216-6AA40-1AA0 (opcion)	9,64	38,56	
6	1	BREAKER 3P 63-80A 3VT1708-2DC36-0AA0	96,40	96,40	
7	1	BREAKER 2P 6AMP P/RIEL ESX1206-7 SIEMENS	23,20	23,20	
8	2	BREAKER 1P 6AMP P/RIEL ESX1106-7 SIEMENS	11,15	22,30	
9	4	BREAKER 3P 6AMP P/RIEL ESX1306-7 SIEMENS	36,90	147,60	
10	60	BORNERA RIEL 4 MM2 12AWG 32AMP 8WA1011-1DG11 SIEMENS	1,80	108,00	
11	4	CONTACTOR 7A 1NO 3RT2015-1AP01 220 V	21,46	85,84	
12	3	RELE TERMICO 0.7-1.0A 3RU2116-0JB0	38,55	115,65	
13	1	RELE TERMICO 2.2-3.2A 3RU2116-1DB0	38,55	38,55	
14	4	PULSADOR DE EMERGENCIA METALICO 3SB36-1CA21 SIEMENS	26,80	107,20	
15	13	RELE AUX. 10A 3 CONM. 24VDC LZ:PT370024 SIEMENS	6,88	89,44	
16	13	SOCKET / BASE P' FIJACIÓN EN RIEL 3 CONM. SIEMENS	4,58	59,54	
17	4	SELECTOR METALICO O-I CON LLAVE SEGURIDAD 1NA SIEMENS	33,62	134,48	
18	4	PULSADOR VERDE 1NA 3SB6130-0AB40-1BA0 (opcion)	8,72	34,88	
19	4	PULSADOR ROJO 1NC 3SB6130-0AB20-1CA0 (opcion)	8,72	34,88	
20	4	CAJA PLASTICA VACIA P/2 COMANDOS 3SB3802-0AA3 SIEMENS	13,96	55,84	
21	6	INTERRUPTOR DE POSICIONE 3SE5112-0CE01 RODILLO-PALANCA SENC.	53,26	319,56	
22	1	NO DISPONIBLE	0,00	0,00	
23	4	CAJA PLASTICA VACIA P/1 COMANDO 3SB3801-0AA3	12,91	51,64	
			SUMA	7327,56	
TIEMPO DE ENTREGA:	ITEM 2,3 Y 23 ENTREGA EN 48 HORAS EL RESTO DE MATERIAL ENTREGA INMEDIATA		DESCT 25%	1831,89	
FORMA DE PAGO:	CONTADO		SUBTOTAL	5495,67	
VIGENCIA DE LA OFERTA:	5 DIAS		IVA 12%	659,48	
LUGAR DE ENTREGA	BODEGAS INASEL		FLETE		
GARANTIA			TOTAL	6155,15	
NOTAS:			Realizado por:		

Anexo 3. Proforma equipos neumáticos

		Referencia Proforma: Equipos neumáticos Sensores				
Automatización Industrial con las mejores marcas RUC: 1792224616001		Forma de pago 50% Contado, 50% Contraentrega		Nº de Proforma 014-0908	Fecha 26/03/2016	
ECONTROL Dir.: RUC: Telf. 0982796678		Asesor Edison Rifoño		Atencón Edeban Chiluisa		
ITEM	Tipo	Descripción	Parte Nº	Canf.	Preco Unit.	Preco total
1	ADN-20-100-A-P-A	 Cilindro normalizado compacto doble efecto Diámetro del émbolo: 20mm Carrera: 100mm Conexiones neumáticas: M6	536233	10	109.63	1096.30
2	GRLA-M5-QS-6-D	 Regulador de caudal Conexión neumática: M6 Conexión para manguera 6mm	001193139	20	24.94	498.80
3	WTV18-2P420	 Sensor fotoeléctrico de proximidad Sensor palpador Distancia de sensado ajustable 100-200mm	010116243	11	534.76	5882.36
4	DOL-1204-L05M	 Conector con cable Conector M12-4pines 6m de cable	010627944	11	35.78	393.58
5	FRC-1/2-D-MID-A	 Unidad de mantenimiento Conexión 1/2" Con purga automática	001159591	1	288.53	288.53
6	DSBC-50-500-PPVA-N3	 Cilindro normalizado doble efecto Diámetro del émbolo: 50mm Carrera: 100mm Conexiones neumáticas: M6	0011366959	5	272.87	1364.35
7	SME-8-K-LED-230	 Sensor magnético de posición Dos hilos Voltaje 3-230V Para montaje en cilindros normalizados	001152820	10	57.61	576.10
8	GRLA-1/4-QS-6-D	 Regulador de caudal Conexión neumática: 1/4" Conexión para manguera 6mm	001193146	10	27.66	276.60
9	PUN-EX1BL	 Tubo poliuretano Manguera neumática azul 6mm	001159664	70	1.47	102.90

		BLOQUE DE VÁLVULAS					
10	CPE18-P1-SL-1/4	Válvula Básica 5/2 vías monoestable	001550153	9	93.84	844.56	
11	VSCS-B-M32-MH-WA-1C1	Electroválvula de pilotaje 24VDC	001546256	9	34.62	311.58	
12	MSSD-EB CONECTOR	Conector eléctrico	001151687	9	3.83	34.47	
13	CPE18-PRS-3/8-9	Placa de alimentación, 9 posiciones	001543846	1	106.98	106.98	
14	CPE18-RP3	Placa ciega	001550582	1	10.16	10.16	
15	QS-3/8-6	Racor recto conexión 3/8" para manguera 6mm	001190645	1	4.09	4.09	
16	U-3/8	Silenciador conexión 3/8"	001002309	2	20.78	41.56	
17	B-3/8	Tapón ciego conexión 3/8"	001003570	3	3.31	9.93	
18	CPE18-H5-GET	Pieza de fijación de válvulas neumáticas	001544396	9	12.44	111.96	
19	QS-1/4-6	Racor recto conexión 1/4" para manguera 6mm	001153003	18	2.28	41.04	
					SUMAN		\$11,886.86
					DCTO	0%	\$0.00
					SUBTOTAL		\$11,886.86
					IVA	12%	\$1,438.60
					TOTAL		\$13,436.36



» CONDICIONES COMERCIALES:

» PLAZO DE ENTREGA

Importación 6 semanas una vez recibida la orden de compra.

» FORMA DE PAGO

50% Contado, 50% Contraentrega

» COTIZACIÓN

La cotización está expresada en Dólares Estadounidenses (US\$).

» VALIDEZ DE LA OFERTA

15 días

» OBSERVACIONES:

NOTA: Todos los equipos han sido seleccionados en base a las condiciones de proceso proporcionadas por el cliente, sin embargo recomendamos verificar en las hojas técnicas los datos relacionados al cumplimiento de la aplicación.

Ing. Edilson Riofrio

2261070 / 2263767 / 2269140

0066976371

edilson.riofrio@ecuainsetec.com.ec



CAPACITACIONES - DESARROLLO DE PROYECTOS - SERVICIO TÉCNICO

www.ecuainsetec.com.ec

Anexo 4. Proforma mano de obra e instalación



CLIENTE:	Pinturas productkn	REALIZADO POR:	Jorge Herrera
ATENCIÓN:	Esteban Chiluisa	# OFERTA	OF-053-TAB-034
FECHA:	03 de Marzo del 2015	E-MAIL:	jherera.econtrol@gmail.com

Estimado Esteban:

Es grato hacerle llegar nuestra oferta por concepto de Diseño e implementación de Sistema SCADA con el suministro e instalación de hardware y tablero de control de acuerdo a visita en campo y planos enviados

1._ SISTEMA SCADA

Item	Artículo	Cantidad	Unidad
1	Diseño e implementación de sistema SCADA	1	U
2	Diseño y armado de tablero de control	1	U
3	Montaje de hardware de sistema	1	U
VALOR OFERTA		\$ 5,400,00	+ IVA

■ ALCANCE DEL PROYECTO

- Diseño e implementación de sistema SCADA según visita y planos adjuntos
- Diseño y armado de tablero para el sistema
- La mano de obra incluye :
 - * Instalación y montaje de sensores
 - * Conexión eléctrica de sensores y actuadores
 - * Conexión de motores
 - * Conexiones señales en tablero eléctrico
 - * Conexión de 4 motores

■ TIEMPO DE EJECUCIÓN:

- Tablero de control: 5 días laborables
- Diseño e implementación de sistema SCADA: 2 Semanas
- Montaje de sensores y conexiones eléctricas: 3 Semanas (Trabajos Sábado y domingo)
- Pruebas y puesta en marcha del sistema: 2 días laborables

■ TÉRMINOS COMERCIALES

- Forma de pago: 60% Anticipo - 40% Contra entrega
- Validez de la oferta: 10 días