



UNIVERSIDAD
TECNOLÓGICA
DEL PERÚ

Facultad de Ingeniería

Carrera Profesional de Ingeniería Mecatrónica

**Informe de Suficiencia Profesional para optar el
Título Profesional de Ingeniero Mecatrónico**

**“CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA LAVADORA
DE ENVASES PLÁSTICOS MULTIFORMATO”**

Bachiller:

Henry Pool Mariano Balabarca

**Lima – Perú
2017**



UNIVERSIDAD
TECNOLÓGICA
DEL PERÚ

Facultad de Ingeniería

Carrera Profesional de Ingeniería Mecatrónica

**Informe de Suficiencia Profesional para optar el
Título Profesional de Ingeniero Mecatrónico**

**“CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA LAVADORA
DE ENVASES PLÁSTICOS MULTIFORMATO”**

Bachiller:

Henry Pool Mariano Balabarca

**Lima – Perú
2017**

Dedicatoria: El presente trabajo es dedicado a mi familia que siempre me apoyaron en mi formación y decisiones.

Agradecimientos: Agradezco a la gerencia y los colaboradores de la empresa Intecpack SAC. Por la oportunidad de ejercer y compartir profesionalmente conocimientos para desarrollar y ejecutar el proyecto.

RESUMEN

A continuación presentare la construcción de la máquina lavadora de envases plásticos multiformato que fabricó la empresa metalmecánica Intecpack S.A.C. en calidad de servicio para la empresa AJE. Desarrollado con material de acero inoxidable para garantizar la limpieza de los envases de diferentes formatos que lavará la máquina.

Se detallará el problema que tiene la línea de producción de envases, así también como sus causas y efectos, atacando el problema central con ayuda del objetivo general y específicos se buscara minimizar o eliminar el problema del proyecto, tomando en cuenta los alcances y limitaciones que se aplicarán.

El problema central se resolverá con la construcción de una máquina que pueda dar solución a un deficiente sistema de lavado en una línea de envasado, aplicando conocimientos de diseño con software de ingeniería, mecánica, electricidad, programación y operatividad de forma automática.

Se mostrará la planificación del tiempo en el desarrollo del proyecto tomando en cuenta los costos, los beneficios que generará, la rentabilidad. Teniendo en cuenta la aplicación del uso de la tecnología para la medición de resultados y dar conclusiones verídicas que cumplan con los objetivos.

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y ELECTRÓNICA
PROGRAMA ESPECIAL DE TITULACIÓN
CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA USO DE DATOS EN PROYECTO

Lima, 16 de MAYO del 2016

Yo, RICARDO CERNA VALERA identificado con DNI N°
06076142, con cargo de GERENTE GENERAL, representante de la empresa

Intecpack S.A.C , con RUC N 20492139565, autorizo a Henry Pool Mariano Balabarca a utilizar los datos de la empresa necesarios para desarrollar su Informe de Suficiencia Profesional referidos al proyecto Máquina lavadora de envases multiformato.

INTECPACK S.A.C.


RICARDO CERNA VALERA
Gerente General

Firma y Sello Representante de Empresa

ÍNDICE

RESUMEN	VII
ÍNDICE	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	XIII
ÍNDICE DE TABLAS	XVI
INTRODUCCIÓN	XVII
CAPÍTULO 1	1
ASPECTOS GENERALES	1
1.1 Definición del Problema.....	1
1.1.1 Descripción del Problema	1
1.1.2 Formulación del Problema	4
1.2 Definición de Objetivos	4
1.2.1 Objetivo General.....	4
1.2.2 Objetivos Específicos	4
1.2.3 Alcances y Limitaciones	4
1.2.3.1 Alcances	5
1.2.3.2 Limitaciones	5
1.2.4 Justificación	5
1.2.5 Estado del Arte	6
1.2.5.1 Máquinas Lavadoras Nacionales.....	6
1.2.5.2 Máquinas Lavadoras Internacionales	7
CAPÍTULO 2	10
MARCO TEÓRICO	10
2.1 Tipos de Máquinas lavadoras de envases (Rinser).....	10
2.1.1 Rinser Rotativo	10
2.1.2 Rinser Linear	11
2.2 Fundamento Teórico.....	11
2.2.1 Fundamento Mecánico	11
2.2.1.1 Uso de los Materiales.....	11
2.2.1.1.1 Acero inoxidable	12
2.2.1.1.2 UHMW	12
2.2.1.1.3 Policarbonato	12
2.2.1.2 Fresadora	13
2.2.1.3 Torno	13
2.2.1.4 Cadena TAB.....	13

2.2.1.5	Cadena transportadora con GRIPPER.....	14
2.2.2	Fundamento Eléctrico.....	14
2.2.2.1	Motorreductor	14
2.2.2.2	Variador de frecuencia	16
2.2.2.3	Panel de Operaciones.....	16
2.2.2.4	Electroválvula	17
2.2.2.5	Sensor	17
2.2.2.5.1	Sensor Difuso.....	18
2.2.2.5.2	Sensor Inductivo	19
CAPÍTULO 3	.....	20
DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN	.....	20
3.1	Diseño Mecánico	20
3.1.1	Diseño en Solidworks	22
3.1.2	Pruebas de materiales.....	31
3.1.3	Construcción de partes mecánicas.....	31
3.1.3.1	Sistema de Transportadores.....	37
3.1.3.2	Sistema de Crucetas.....	38
3.1.3.3	Sistema de Regulación	39
3.1.3.4	Sistema de Lavado	40
3.1.3.5	Tapas y Bandejas.....	44
3.1.4	Ensamble de partes mecánicas	44
3.2	Diseño Eléctrico	45
3.2.1	Esquema eléctrico en Auto CAD.....	46
3.2.1.1	Esquema Eléctrico de Fuerza.....	47
3.2.1.2	Esquema Eléctrico de Control	50
3.2.2	Montaje de componentes en el tablero eléctrico	52
3.2.3	Configuración de Variador Movitrac 07B	53
3.2.3.1	Consola de programación FBG11B.....	53
3.2.3.2	Módulo de comunicación FSC11B	53
3.2.3.3	Consola de programación DBG30B	54
3.2.3.4	Manejo de la consola de programación FBG11B.....	56
3.2.4	Distribución del cableado de componentes	56
3.3	Diseño de Control	57
3.3.1	RS485 MAESTRO	57
3.3.2	IPOS COMPILER	59
3.3.3	HMI	59

3.3.4	Control de variador	60
3.3.5	Cálculo de Proceso de Control	60
3.4	Transporte.....	64
3.5	Modo de Funcionamiento	64
3.5.1	Modo automático	65
3.5.1.1	Grupo de formatos	65
3.5.1.1.1	Cargar	66
3.5.1.1.2	Guardar	66
3.5.1.1.3	Eliminar	67
3.5.1.2	Grupo de mando	68
3.5.1.2.1	Arranque.....	68
3.5.1.2.2	Parada.....	68
3.5.1.3	Indicadores.....	68
3.5.2	Modo manual.....	69
3.5.3	Parámetros	69
3.5.4	Fallas	70
3.5.5	Modificaciones.....	71
3.6	Pruebas en Línea de producción.....	72
3.7	Diagrama de Flujo de Funcionamiento	73
CAPÍTULO 4		75
RESULTADOS.....		75
4.1	Planificación del tiempo	75
4.1.1	Elaboración de la WBS	75
4.1.1.1	Diseño	76
4.1.1.1.1	Recopilación.....	76
4.1.1.1.2	Adaptación	76
4.1.1.1.3	Simulación.....	76
4.1.1.2	Fabricación.....	76
4.1.1.2.1	Materiales.....	76
4.1.1.2.2	Mecánica.....	76
4.1.1.2.3	Eléctrico.....	76
4.1.1.3	Pruebas	76
4.1.1.3.1	Control.....	76
4.1.1.3.2	Parámetros.....	77
4.1.1.3.3	Funcionamiento.....	77
4.1.1.4	Instalación	77

4.1.1.4.1	Transporte	77
4.1.1.4.2	Instalación	77
4.1.1.4.3	Producción	77
4.1.2	Cronograma de actividades	77
4.1.3	Tabla de Responsabilidad Gerencial	77
4.1.4	Identificación Crítica del proyecto	78
4.2	Planificación de Calidad	78
4.2.1	Definición de estándares de Calidad del Producto final	78
4.2.2	Definición de estándares de calidad del Proyecto	79
4.3	Planificación de los RRHH y comunicaciones	79
4.3.1	Elaboración de Organigrama del Proyecto	79
4.3.2	Definición de roles y funciones	79
4.3.3	Definición de los responsables de las comunicaciones	80
4.3.4	Establecimiento de los canales de comunicación formales del proyecto	81
4.4	Planificación de los Riesgos	81
4.5	Planificación de los Stakeholders	83
4.6	Presupuesto	83
CONCLUSIONES	.....	86
ANEXOS	.....	87
GLOSARIO	.....	91
BIBLIOGRAFÍA	.....	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Árbol de problemas en línea de envasado de AJE de la ciudad de Pucallpa.....	2
Figura 2. Lavadora de botellas de Corporación Lindley Cusco.	6
Figura 3. Lavadora de botellas Gripstar.....	7
Figura 4. Lavadora de botellas de ArrowAction GR-200 Air Rinser.....	8
Figura 5. Diseño de Lavadora de botellas de ArrowAction GR-200 Air Rinser.	9
Figura 6. Lavadora de botellas de GEA.....	10
Figura 7. Lavadora de envases de Index-6.	11
Figura 8. Cadena Transportadora con paleta de plástico TAB.	14
Figura 9. Cadena Transportadora con paleta de plástico y gripper.	14
Figura 10. Torque o par de salida de motores.....	15
Figura 11. Motorreductor tornillo sin fin, serie S.	15
Figura 12. Variador Movitrac.	16
Figura 13. Operación a 24 Voltios DC (18-32).	17
Figura 14. Imagen válvula cerrada y abierta.	17
Figura 15. Esquema de sensores NPN y PNP según 3 o 4 hilos.	18
Figura 16. Modo en que el sensor difuso envía señal.....	19
Figura 17. Modo de detección de sensor inductivo.	19
Figura 18. Diseño de lavadora de envases de Intecpack SAC.....	21
Figura 19. Máquina lavadora de envases de Intecpack SAC.	21
Figura 20. Estructura principal de la lavadora de envases.	22
Figura 21. Rinser estudio con puntos de carga y puntos fijos.....	23
Figura 22. Malla de estructura Principal	26
Figura 23. Estructura interna - Cruceta con guías.....	28
Figura 24. Propiedades físicas de la cruceta con guías.....	28
Figura 25. Soportes de 2 motorreductores para cadenas Gripper.....	29
Figura 26. Transportadores y motorreductores de cadenas TAB.....	30
Figura 27. Propiedades físicas del Rinser.	30
Figura 28. Imagen de Información técnica de selección TAB.....	32
Figura 29. Imagen de información técnica de selección Guía TAB.	32
Figura 30. Guía TAB curvo.....	33
Figura 31. Distribución de las guías TAB.....	33
Figura 32. Imagen de Información técnica de selección Gripper.....	34
Figura 33. Imagen de información técnica de selección Guía Gripper.	34
Figura 34. Guía Gripper curva.	35

Figura 35. Guía Gripper recta 2800mm.	35
Figura 36. Guía Gripper recta 400mm.	36
Figura 37. Distribución de las guías GRIPPER.	36
Figura 38. Diseño de transportador de salida.	37
Figura 39. Transportador de salida con puerta de acumulación.	37
Figura 40. Diseño de Sistema de Crucetas a salida de la máquina.	38
Figura 41. Sistema de Crucetas a la entrada de la máquina.	39
Figura 42. Diseño de Sistema de Regulación.	39
Figura 43. Sistema de Regulación.	40
Figura 44. Detalle de la máxima regulación.	40
Figura 45. Diseño de un comparativo de formatos en el sistema de lavado.	41
Figura 46. Diseño de Sistema de Enjuague completo.	42
Figura 47. Esquema de inyectores y manómetro.	43
Figura 48. Vistas de ensamble de todas las partes mecánicas	45
Figura 49. Instalación de componentes eléctricos.	46
Figura 50. Instalación del tablero del Rinser.	47
Figura 51. Esquema eléctrico de Fuerza.	48
Figura 52. Motorreductor instalado en transportador.	49
Figura 53. Esquema eléctrico de Control.	51
Figura 54. Componentes en el tablero eléctrico.	52
Figura 55. Consola de programación FBG11B.	53
Figura 56. Módulo de comunicación FSC11B.	54
Figura 57. Consola de programación DBG30B.	54
Figura 58. Esquema de conexiones.	55
Figura 59. Uso de la consola de programación FBG11B.	56
Figura 60. Imagen del tablero y la máquina lavadora.	57
Figura 61. Conexión Maestro - Esclavo entre variadores.	58
Figura 62. Funcionalidad de Interfaz Maestro - Esclavo	58
Figura 63. Ejemplo de programación IPOS Compiler.	59
Figura 64. Imagen de la Pantalla HMI en el tablero.	60
Figura 65. Entradas y salidas de los controladores.	60
Figura 66. Imagen de primeras pruebas de funcionamiento.	64
Figura 67. Imagen de pantalla modo automático.	65
Figura 68. Imagen de grupo de formato.	65
Figura 69. Imagen para cargar formato.	66
Figura 70. Imagen para guardar formato.	67

Figura 71. Imagen para eliminar formato.....	67
Figura 72. Imagen de stop y arranque desde el Panel.....	68
Figura 73. Imagen de indicadores de la cadena transportadora y Gripper.....	68
Figura 74. Imagen de pantalla de modo manual.	69
Figura 75. Imagen de pantalla de parámetros.	70
Figura 76. Imagen de fallas e inactividad.	70
Figura 77. Usuario Administrador.	71
Figura 78. Layout de la línea de envasado.....	73
Figura 79. Imagen de pruebas finales en línea.	73
Figura 80. Diagrama de Flujo del funcionamiento del Rinser.	74
Figura 81. Diagrama de la WBS.	75
Figura 82. Diagrama de identificaciones críticas del proyecto.	78
Figura 83. Organigrama de la empresa Intecpack.	79
Figura 84. Gráfica de los costos al paso del tiempo (dinero vs tiempo).	84

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Árbol de problemas en línea de envasado de AJE dela ciudad de Pucallpa.	3
Tabla 2. Rinser estudio con puntos de carga y puntos fijos.	23
Tabla 3. Propiedades del material.	24
Tabla 4. Puntos de sujeciones fijas.	24
Tabla 5. Puntos de carga.	25
Tabla 6. Información de malla.	25
Tabla 7. Tensiones en estructura principal.	26
Tabla 8. Desplazamiento en estructura principal.	27
Tabla 9. Deformación de estructura principal.	27
Tabla 10. Masa de las crucetas con guías y componentes.	29
Tabla 11. Especificación técnica de tubos Soldables.	42
Tabla 12. Cálculo de velocidad de salida en los inyectores.	43
Tabla 13. Cálculo de presión de salida en Inyectores.	44
Tabla 14. Características de Motorreductores.	49
Tabla 15. Características de Variadores.	49
Tabla 16. Formato 500mL – Cálculo del proceso de control (revoluciones y factores).	62
Tabla 17. Formato 650mL – Cálculo del proceso de control (revoluciones y factores).	62
Tabla 18. Formato 1000mL – Cálculo del proceso de control (revoluciones y factores)...	62
Tabla 19. Formato 1300mL – Cálculo del proceso de control (revoluciones y factores)...	63
Tabla 20. Formato 1700mL – Cálculo del proceso de control (revoluciones y factores)...	63
Tabla 21. Formato 3300mL – Cálculo del proceso de control (revoluciones y factores)...	63
Tabla 22. Hoja de datos de Los Formatos.	72
Tabla 23. Identificación de los Riesgos	82
Tabla 24. Planificación de los Stakeholders.	83
Tabla 25. Gastos mensuales para la fabricación de la máquina.	84
Tabla 26. Flujo Caja.	85
Tabla 27. VAN NETO.	85

INTRODUCCIÓN

La máquina lavadora de envases multiformato es una máquina que se creó para dar solución en una línea de producción de la empresa AJE, para una mejor limpieza de sus envases, diseñada con ingeniería inversa que permitió integrar temas mecánicos, eléctricos y de control.

Se diseñó mediante AutoCAD y Solidwork las partes de la máquina, dimensiones y esquemas eléctricos; la fabricación de la estructura interna y externa según los planos, también se aplicó el uso de la tecnología realizando pruebas de control en el taller de fabricación y en planta como pruebas finales.

La máquina realiza un proceso de lavado, garantizando la limpieza de los envases y a la reutilización del agua tratada, esto genera un ahorro en los recursos de la empresa cliente, a su vez desarrollando el uso de la tecnología para aplicación en la industria nacional.

Los sistemas que pertenecen a la máquina presentan el modo de funcionamiento adjunta algunas imágenes de diseño y construcción más no se tendrá detalles de los planos con medidas de construcción.

Como resultado tenemos una máquina en funcionamiento para todos los formatos de plástico de la empresa AJE y configurable para los formatos que se quisieran crear con un diámetro menor a 125mm.

CAPÍTULO 1

ASPECTOS GENERALES

En este capítulo se realizará la descripción y formulación del problema, que dará a conocer el objetivo general y objetivos específicos, los alcances, limitaciones, justificación y estado del arte.

1.1 Definición del Problema

En este punto se describirá el problema, las causas que lo originan y los efectos que produjo. Adicionalmente se dará a conocer la formulación del problema.

1.1.1 Descripción del Problema

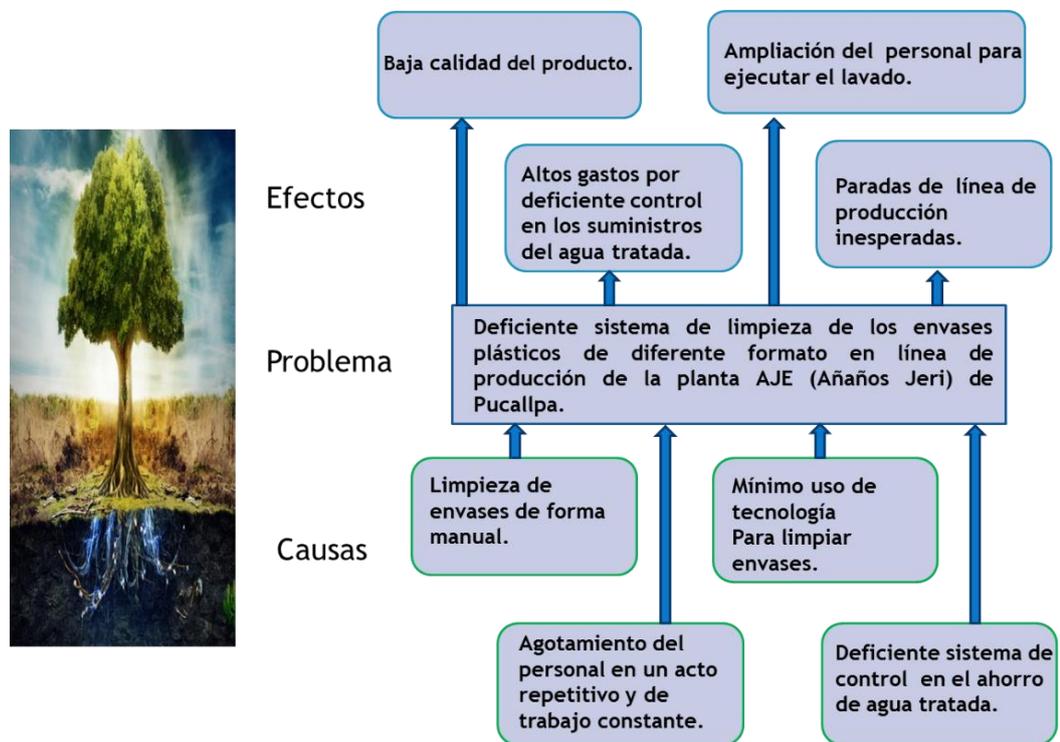
INTECPACK S.A.C. es una empresa especializada en el diseño y ejecución de proyectos de ingeniería Mecánica, fabricación, instalación de máquinas, partes, componentes, automatización y mantenimiento integral de líneas de producción para la industria alimentaria y envasadora. Ésta empresa presta servicios a la empresa AJE (Añaños Jeri) en la ciudad de Pucallpa.

AJE es una empresa multinacional, una de la más grande en bebidas con presencia en más de 20 países en Latinoamérica, Asia y África. A nivel mundial es la décima mayor empresa de refrescos en volumen de ventas y el cuarto mayor productor de bebidas carbonatadas. A esto le suma la colaboración de 15000 empleados directos e indirectos y una trayectoria de más de 25 años. Cumpliendo con un compromiso de democratización del consumo masivo al precio justo con la mejor calidad.

Los envases plásticos o envases PET (Politereftalato de Etileno) son especialmente usadas para bebidas carbonatadas y agua. Éstas se crean por moldeo de inyección, al paso del tiempo debido al almacenamiento y/o transporte; tienen problemas de limpieza y se necesita retirar toda la suciedad y/o partículas en el envase para el ingreso a la línea de producción. Por otro lado se necesita tener el control de la

cantidad de botellas por minuto de cada formato de envases, sincronizando con la máquina de llenado ya existente que en inicio es el ingreso de estos envases. Con la finalidad de definir el problema central, se ha utilizado la técnica del árbol de problemas para encontrar las causas y sus efectos.

Figura 1. Árbol de problemas en línea de envasado de AJE de la ciudad de Pucallpa.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 1. Árbol de problemas en línea de envasado de AJE de la ciudad de Pucallpa.

Problema: Deficiente sistema de limpieza de los envases plásticos de diferente formato en línea de producción en la planta AJE (Añaños Jeri) de Pucallpa.	
Baja calidad del producto.	Limpieza de envases de forma manual.
Ampliación del personal para ejecutar el lavado.	Mínimo uso de tecnología para limpiar envases.
Altos gastos por deficiente control en los suministros del agua tratada.	Agotamiento del personal en un acto repetitivo y de trabajo constante.
Paradas de línea de producción inesperadas.	Deficiente sistema de control en el ahorro de agua tratada

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se explicará el árbol de problemas, centrándonos al problema principal, las causas que lo provocan y los efectos que son el resultado de mantener sin cambios al sistema en mención.

Así como se puede observar en la Figura 1. Árbol de problemas en línea de envasado de AJE (Añaños Jeri) de la ciudad de Pucallpa, se encuentra las siguientes causas: se tiene a un personal que hace la limpieza de los envases en forma manual (usan una manguera que emite agua tratada a alta presión) de manera interna y externa, posteriormente sacude el envase para retirar la mayor cantidad de agua tratada. Se observa una reducida manipulación de la tecnología al limpiar estos envases, teniendo un personal trabajando constantemente en un horario extendido y con acciones repetitivas.

Se entiende claramente que al trabajar de esta manera, no se tiene un control apropiado para reutilizar el agua, generando el siguiente problema central "Deficiente sistema de limpieza de los envases plásticos de diferente formato en línea de producción en la planta AJE de Pucallpa", en consecuencia se tiene una baja calidad en productos, altos costos por deficiente control del agua y paradas de producción inesperadas.

Después de describir el problema central, sus causas y efectos de la técnica del árbol de problemas se plantea la siguiente pregunta.

¿Sería posible diseñar una máquina que lave envases PET (Politereftalato de Etileno), en una única línea de envasado, donde frecuentemente se usan diferentes tipos de formatos de envases?

1.1.2 Formulación del Problema

El problema central es el deficiente sistema de limpieza de los envases plásticos de diferente formato en línea de producción en la planta AJE (Añaños Jeri) de Pucallpa.

1.2 Definición de Objetivos

A continuación se definirán el objetivo general y los objetivos específicos para dar con la solución del problema.

1.2.1 Objetivo General

Construir una máquina que permita limpiar eficientemente envases de plástico de diferentes formatos, utilizando estructura mecánica con componentes eléctricos y un controlador que sea configurable por el operador.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Diseñar mediante el software Solidwork y Autocad las características a detalle de las partes de la máquina, sus dimensiones, el esquema eléctrico y de control.
- Fabricar la estructura interna y externa de la máquina según los planos a desarrollar, se tiene en cuenta el uso de los materiales correctos para cuidar la limpieza de los productos. De la misma manera se instalarán todos los componentes eléctricos.
- Realizar las pruebas del sistema de control para cada formato, afinación de las velocidades de los motores de la máquina, activación de la bomba en función del temporizador y prueba de los sensores.
- Realizar la instalación de la máquina en planta, pruebas finales, explicación del modo de trabajo a los operarios de la línea de envasado, ajustes del sistema de control y entrega de la misma.

1.2.3 Alcances y Limitaciones

Aquí se describe los puntos tomados en cuenta en la realización del proyecto, hasta donde se alcanzara y que no incluirá como parte de la misma.

1.2.3.1 Alcances

- La máquina lavadora de envases se construye con la estructura de acero inoxidable y tiene 4 motorreductores: dos para los transportadores de ingreso y salida de envases; dos que mueven las cadenas gripper (cadena de sujeción flexible para envases). También se conecta a una bomba para el agua tratada, estos dispositivos eléctricos están situados en la máquina en conexión al tablero de control.
- Los actuadores mencionados son controlados por unos variadores que integran un controlador, junto a contactores, guardamotores, reactancias y un HMI (Interfaz Hombre Máquina); se ubican en el tablero de la máquina. El controlador tiene entradas como botón de arranque, parada, sensores y parada de emergencia.
- Se prueba el sistema de regulación mecánica interna con los volantes de la máquina para el uso de diferentes tipos de formatos de envases.
- Se configura los programas de la máquina cambiando los parámetros, probando velocidades y tiempos de respuesta. Creación de los formatos en el HMI y reunión con los operarios para capacitarlos con toda la información técnica que se requiere.

1.2.3.2 Limitaciones

- El sistema no tiene como alcance automatizar toda la línea de envasado, ni un control de las máquinas que están antes o después de la lavadora de envases plásticos.
- No se tiene como alcance medir la pureza del agua tratada, ni estudiar los estándares de calidad de la empresa AJE.
- No se incluye el lavado de otros envases que no sean plástico por el diseño de la máquina y masa de los envases.

1.2.4 Justificación

Esta máquina beneficia la empresa AJE en el cumplimiento de sus estándares de calidad y limpieza de envases, no solo a nivel local, sino también nacional e internacional. Con una inversión en una máquina de marca nacional promoviendo el uso de la tecnología. Se justifica mediante el ahorro de recursos, teniendo una mejora el proceso de lavado, tomando en cuenta que se tiene un mayor control en uso del agua, para su reutilización.

1.2.5 Estado del Arte

A continuación se presentará diferentes diseños de máquinas que realizan la misma función a nivel nacional e internacional. Diseños como Rinser Lineales y Rinser Rotativos.

1.2.5.1 Máquinas Lavadoras Nacionales

“Conveyor Systems, S.A.C. Somos una empresa peruana especializada en sistemas transportadores. Proyectamos, construimos e instalamos sistemas de transportadores para la industria en general, líneas de producción completamente automatizadas o llave en mano.” (Allbiz, 2013, P.1)

Existe una máquina lavadora de botellas de Conveyor System S.A.C. que está en funcionamiento en la planta de Cusco de la Corporación Lindley, tiene una configuración de formatos de envases plásticos para las marcas que produce en esa empresa. En la Figura 2 se observa una producción con formato de 500mL de la marca Inca Kola. A éste tipo de lavadora de botellas se le denomina Rinser Linear (Enjuagadora Lineal).

De la misma manera se observa que a la entrada de la lavadora existe un transportador con el nombre de túnel Neumático, tiene una guía interna que permite el desplazamiento de los envases (por medio de su pico), que salen de la sopladora una vez que estos son inyectados.

Figura 2. Lavadora de botellas de Corporación Lindley Cusco.



Fuente: Conveyor Systems.

Las empresas de localidad nacional más importantes donde usan las lavadoras de envases en línea de producción son Corporación Lindley, Backus y AJE. Éstas pertenecen a la industria de bebidas carbonatadas y de agua que tienen

sucursales en diferentes partes del Perú, principalmente en las ciudades de mayor población como Lima, Arequipa, Trujillo, Cusco, Iquitos etc. Ciudades estratégicas para el abastecimiento de las zonas más alejadas.

1.2.5.2 Máquinas Lavadoras Internacionales

“GEA es uno de los mayores proveedores de tecnología para la industria de procesamiento de alimentos y para una amplia gama de otras industrias de procesos. Como un grupo tecnológico internacional, la compañía se centra en la tecnología de proceso de líder en el mundo y los componentes de los procesos de producción sofisticados” (GEA, 2013, P.1).

GEA consiguió una facturación de más de 4500 millones de euros en el año 2015, y tiene más del 70% del mercado del sector alimenticio, es una industria de crecimiento a largo plazo y tienen un grupo humano cerca de 18000 personas.

Gripstar es una enjuagadora de envases para la limpieza tradicional, de instalación previa a la máquina de llenado. Tiene un sistema de manipulación para los envases de plástico que permite la optimización del tiempo de enjuague, ofrece flexibilidad de procesamiento y reduce significativamente el tiempo de cambio de formato. El enjuague es optimizado para la limpieza tradicional de envases y el tiempo de enjuague puede ser regulado de acuerdo a la forma y tamaño de la botella.

“Enjuagadoras Gripstar pueden utilizar una amplia gama de líquidos de tratamiento que incluyen el agua, el agua ozonizada, u otros medios requeridos específicamente por los clientes. Uno, dos o tres medios de tratamiento diferentes se pueden utilizar en el mismo carrusel”. (GEA, 2013, P.1)

Figura 3. Lavadora de botellas Gripstar.



Fuente: GEA.

ArrowAction Series Gripper Air Rinser, tiene una dirección de movimiento continuo con unos jebes que agarran suavemente y se invierte el recipiente para el enjuague con aire ionizado. El filtro de aire proporciona un control estático con aire ionizado para uno de los medios más eficaces para eliminar residuos en plásticos y otros recipientes. El filtro de aire también tiene la misma alta velocidad y control de calidad.

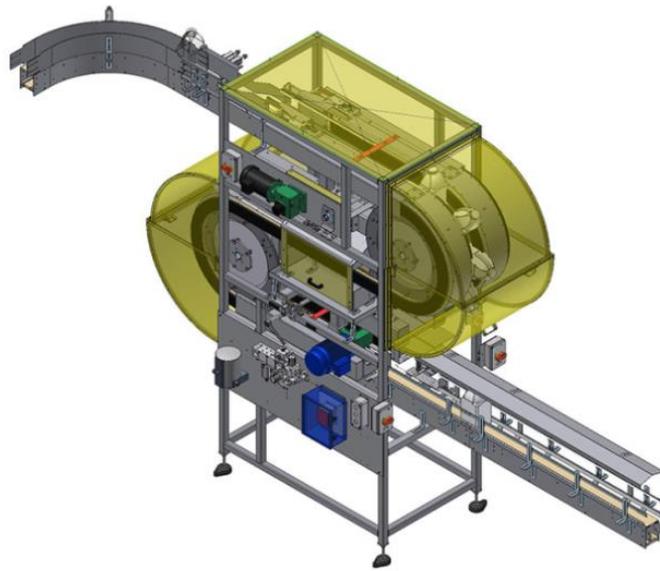
”En el caso de plantas productivas, las acciones apuntan a optimizar los procesos de operación de lavadoras con mejoras en el sistema de chorros de enjuagadores; reutilizar el agua del último enjuague; tratar y utilizar las aguas de rechazo o descarte del tratamiento, y volver a usar las aguas de Rinser (enjuague de botellas) en operaciones básicas como la limpieza de los pisos.” (Centro de estudios del Retail, 2014, p.1)

Figura 4. Lavadora de botellas de ArrowAction GR-200 Air Rinser.



Fuente: ArrowAction Series Gripper.

Figura 5. Diseño de Lavadora de botellas de ArrowAction GR-200 Air Rinser.



Fuente: ArrowAction Series Gripper.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

En ésta sección se verá los conceptos de los tipos de máquinas lavadoras y que componentes generales se necesitan en la máquina lavadora multiformato que se implementó.

2.1 Tipos de Máquinas lavadoras de envases (Rinser)

Las lavadoras de envases más conocidas y usadas en las líneas de envasado, ya sea por el requerimiento específico del cliente, dimensiones, forma y material de envase se puede usar dos tipos:

2.1.1 Rinser Rotativo

Lavadora de envases con pinzas de sujeción, estas agarran los envases a través del pico y hacen que el envase gire a 360°, desde un punto de entrada hasta un punto de salida de la máquina, los envases son guiados por una varilla cíclica de acero inoxidable; en el recorrido usan agua tratada a alta presión para la limpieza de los envases. Se usa principalmente para envases plásticos de formato grande y para botellas de vidrio.

Figura 6. Lavadora de botellas de GEA.



Fuente: GEA.

2.1.2 Rinser Linear

Lavadora de envases con cadena de jebe (gripper), el envase gira a 360° en consecuencia a la sujeción y recorrido de la cadena dentro de la máquina, todo envase que llega a la entrada de la máquina según las características del envase y configuración en el panel de control.

En el recorrido cuando el envase ha girado solamente 180°, se procede a hacer el lavado con agua tratada y junto a las bandejas que incorporan la máquina la recuperación del agua para su reutilización al usar un filtro; usada especialmente para envases de plástico y vidrio de formato pequeño.

Figura 7. Lavadora de envases de Index-6.



Fuente: Index-6.

2.2 Fundamento Teórico

Como desarrollo del fundamento teórico se describirá el fundamento mecánico y eléctrico.

2.2.1 Fundamento Mecánico

Uso de los materiales plásticos y metálicos fabricados por máquinas convencionales, corte y doblado de acero inoxidable y utilización de cadenas flexibles de uso industrial.

2.2.1.1 Uso de los Materiales

En los siguientes subtítulos se detalla los materiales que se usaron en la máquina, puntos de gran importancia porque abarcan casi en su totalidad lo que forma parte

de su estructura y ubicación de sus partes. También se describe los puntos donde se montarán los dispositivos que generan movimiento.

2.2.1.1.1 Acero inoxidable

Es una aleación de acero, hierro, cromo, níquel y otros compuestos que resultan muy resistentes a la corrosión. Tiene una gran resistencia mecánica, se puede seleccionar el acero inoxidable de acuerdo con sus características adquiriendo distintas resistencias, elasticidad, dureza, etc.

El acero inoxidable es fuerte, durable, atractivo y muy resistente a la oxidación de temperaturas elevadas, tiene una facilidad de transformar a gran variedad los productos, su apariencia es estética ya que varía a diferentes tratamientos superficiales para obtener un acabado deseado así no se oxida y es más fácil de limpiar que otros metales, su superficie es más brillante gracias a las propiedades que tiene el cromo en su aleación.

El acero inoxidable es una familia de materiales nobles versátiles utilizado en una gran cantidad de productos característicos que se adecuan a una diversidad de propósitos en nuestra vida diaria siendo casi una serie interminable de herramientas y estructuras en el industrial.

Como necesidad básica humana se aplican en la construcción, medio ambiente, salud, transporte y energía.

2.2.1.1.2 UHMW

Es un material termoplástico semicristalino, utilizado para la fabricación de piezas preelaboradas o elaboradas, se emplea en diferentes tipos de industrias por la versatilidad de sus usos. Dentro de sus cualidades tiene aislamiento eléctrico, son prácticamente insolubles en casi todos los disolventes orgánicos.

Debido a su alto peso molecular posee mejores propiedades de resistencia al impacto y abrasión que el polietileno de alta densidad. También es un material autolubricado que permite un fácil deslizamiento con otros materiales gracias a sus propiedades de bajo coeficiente de fricción, es utilizado para la construcción de piezas que estén sometidas a constante roce mecánico.

2.2.1.1.3 Policarbonato

Es un material termoplástico cristalino, utilizado para todo tipo de cubiertas en construcción industrial y cerramientos de seguridad. Es uno de los materiales

más resistentes prácticamente son irrompibles con una resistencia al impacto de 200 veces superior a un cristal.

Tiene una gran transparencia y por su característica de transmisión de luz, también tiene protección UV (Ultravioleta) posee diferentes aplicaciones como división de paredes, carteles de publicidad, protección de máquinas industriales.

2.2.1.2 Fresadora

Es una máquina herramienta de producción que realiza trabajos de mecanizado con una herramienta giratoria de corte de varios filos en el contorno (Fresa) y realiza el trabajo mediante arranque de viruta a los materiales que pueden ser plásticos, madera, metales y no metales.

2.2.1.3 Torno

Es una máquina herramienta de producción que sujeta el material a trabajar girándolo a altas revoluciones y consecutivamente el acercamiento de la cuchilla para el arranque de viruta del material que puede ser plástico, madera metal y no metal.

2.2.1.4 Cadena TAB

Cadena flexible para transportadores que tiene como función trasladar elementos, cajas o envases en líneas de producción y en su recorrido tienen la característica de rotar en dos ejes de coordenadas, las curvas guías de desplazamiento tienden a tener los siguientes grados 30°, 45°, 60° y 90° se usa con frecuencia en la salida o entrada de máquinas y traslape de transportadores con diferente nivel.

Estas cadenas reposan en una guía de termoplástico y son movilizadas mecánicamente por la activación de un motorreductor, el arrastre de las cadenas están en función a la forma del termoplástico.

Figura 8. Cadena Transportadora con paleta de plástico TAB.



Fuente: Rexnord.

2.2.1.5 Cadena transportadora con GRIPPER

Cadena flexible para el transporte en máquinas, tiene como función sujetar suavemente elementos, cajas o envases en líneas de producción, pueden rotar en dos ejes de coordenadas.

Estas cadenas viajan en una guía de termoplástico, donde quedan atrapadas mecánicamente para su desplazamiento cíclico en la activación de un actuador.

Figura 9. Cadena Transportadora con paleta de plástico y gripper.



Fuente: Rexnord.

2.2.2 Fundamento Eléctrico

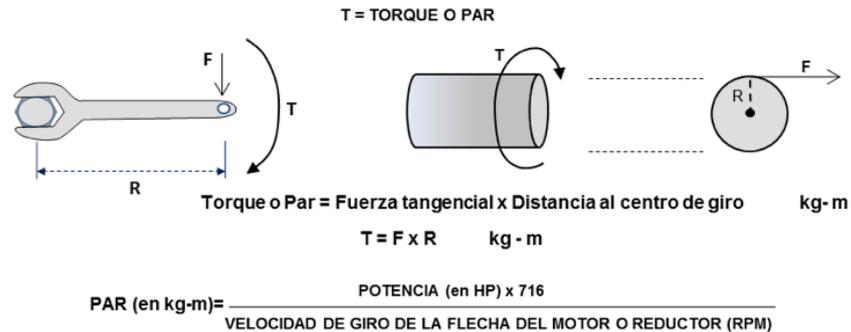
Se usó componentes eléctricos y electrónicos que son instalados en la estructura física de la lavadora y en el tablero de control, con el fin de generar movimiento con el uso de la energía eléctrica de acuerdo con el estándar eléctrico que trabaja la línea de envasado.

2.2.2.1 Motorreductor

Un motorreductor es el acoplamiento de un reductor mecánico de velocidad a un motor, en éste caso eléctrico, para la adaptación de una velocidad requerida en una máquina, el motor al reducir su velocidad genera más torque en la salida de su eje. El motor convierte la energía eléctrica en energía mecánica generando

movimiento giratorio de aplicación industrial para fajas, rodillos transportadores y máquinas en líneas de producción.

Figura 10. Torque o par de salida de motores.



RPM = número de giros de la flecha por minuto

$$T = \frac{HP \times 716}{RPM} \quad \text{en kg-m}$$

Fuente: Potencia electromecánica.

“Los reductores de tornillo sin fin de SEW – EURODRIVE son combinaciones de engranajes cilíndricos y tornillo sin fin, por lo que representan un rendimiento mucho mejor que los reductores de solo tornillo sin fin. Gracias a su excelente rentabilidad y a la adaptación individual de par y velocidad, pueden utilizarse en muchos ámbitos distintos. Estos motorreductores tienen una gran relación de reducción en esta etapa de tornillos sin fin y un funcionamiento especialmente silencioso, por lo que pueden realizar tareas sencillas con costes bajos.” (SEW-EURODRIVE, 2014, P.1)

Figura 11. Motorreductor tornillo sin fin, serie S.



Fuente: SEW-EURODRIVE.

2.2.2.2 Variador de frecuencia

Es un tipo de variador de velocidad para aplicación especial en motores con corriente alterna, como los motores de inducción y también los motores síncronos con ayuda de arrancadores. Son dispositivos electrónicos que funcionan como convertidores de energía eléctrica, usan el voltaje variándolo a la misma frecuencia que se configura y en resultado variando la velocidad del motor.

Los variadores Movitrac son una familia de variadores de frecuencia con la finalidad de controlar y movilizar aplicaciones simples, donde se requiere rapidez y sencillez. Aplicación en transportadores de fajas, cadenas o rolos, elevadores, mesas de carga, etc.

Figura 12. Variador Movitrac.



Fuente: SEW-EURODRIVE.

2.2.2.3 Panel de Operaciones

Es una unidad que permite la visualización de caracteres asociados a un proceso, actividad de una máquina y diferentes unidades de control, el panel como Interfaz permite una fácil manipulación del hombre a la máquina y su utilidad es indispensable para todo tipo de sistemas, desde lo más simple hasta los más complejos de control industrial.

Figura 13. Operación a 24 Voltios DC (18-32).



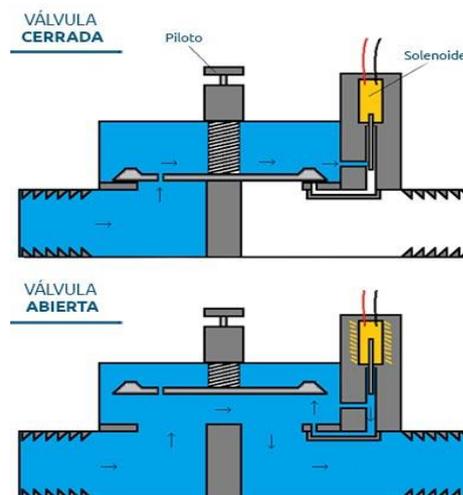
Fuente: SEW-EURODRIVE.

2.2.2.4 Electroválvula

Es una válvula electromecánica de accionamiento por señal eléctrica mediante una bobina solenoide, que es inducida para cerrar o abrir el paso de un fluido por un conducto o tubería. (Existe solo dos estados todo o nada).

Este dispositivo de control está diseñado para utilizarse con agua, gas, aire combustible etc. El tipo de funcionamiento es de conversión de la energía eléctrica por medio del magnetismo y así genera movimiento mecánico.

Figura 14. Imagen válvula cerrada y abierta.



Fuente: Novedades Agrícolas.

2.2.2.5 Sensor

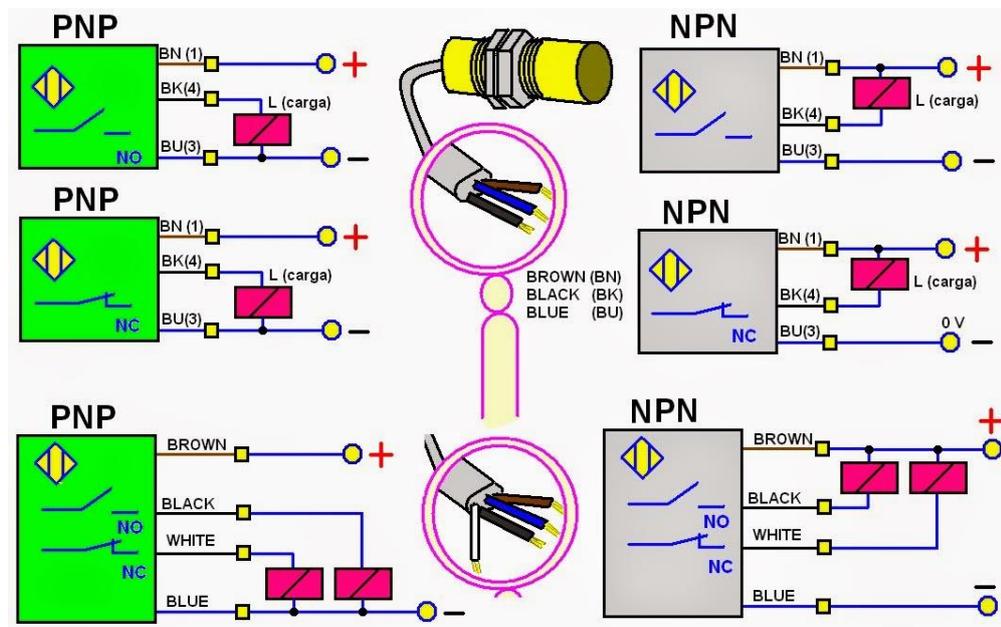
Un sensor es un dispositivo eléctrico y/o mecánico que detecta magnitudes físicas o químicas y las transforma en variable eléctrica; ésta viaja como señal y emite la información a las entradas de un dispositivo de control.

Existen diferentes tipos de sensores que por sus características permiten saber la altura, posición lineal o angular, desplazamiento, presión, caudal, temperatura, presencia, etc.

Sensores según su conexión NPN y PNP; estos varían según el tipo de transmisor utilizado internamente en su circuitería interna.

- Hilo Marrón: Alimentación + 24V.
- Hilo Azul: Alimentación - 0V.
- Hilo Negro: Señal.
- PNP – Señal hacia carga Positivo +.
- NPN – Señal hacia carga Negativa –.

Figura 15. Esquema de sensores NPN y PNP según 3 o 4 hilos.



Fuente: Coparoman.

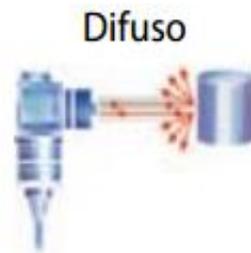
2.2.2.5.1 Sensor Difuso

Es un tipo de sensor fotoeléctrico que funciona detectando la emisión de luz desde un emisor a un receptor. Estas señales pueden ser detectadas por medio de los siguientes modos:

- Transmitidos
- Retroreflexivo
- Difuso

El sensor Difuso tiene el emisor y receptor juntos en una punta del sensor y hace que la reflexión del objeto regrese y permita la detección del objeto.

Figura 16. Modo en que el sensor difuso envía señal.

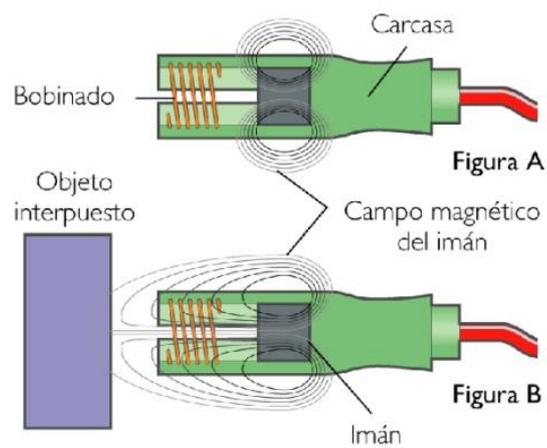


Fuente: Rockwell Automation.

2.2.2.5.2 Sensor Inductivo

Sensor Inductivo genera un campo magnético, que en efecto induce la bobina del circuito del sensor y es atenuada al acercarse a un metal en consecuencia cambia la salida de su señal.

Figura 17. Modo de detección de sensor inductivo.



Fuente: Blogspot de Leonardo Galvis.

CAPÍTULO 3

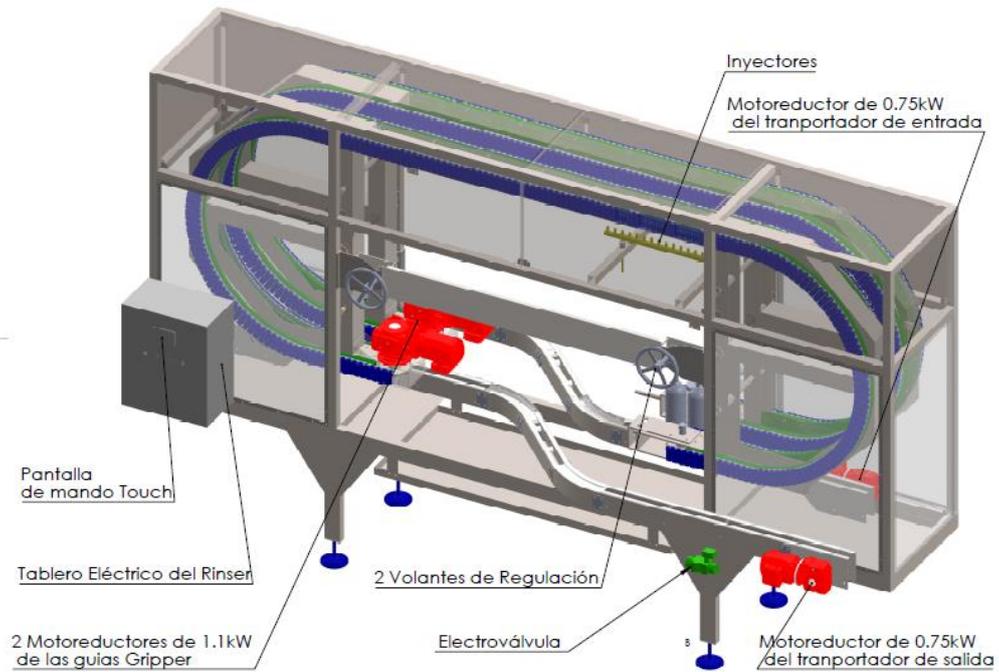
DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN

3.1 Diseño Mecánico

La empresa que da solución al problema es participante y colaboradora en compañías industriales de bebidas importantes del medio nacional, tiene la experiencia de haber trabajado en diferentes mantenimientos en las líneas de envasados, de esta manera se involucra en los proyectos de implementación y fabricación de máquinas. Conoce diferentes tipos de enjuagadoras de envases, junto a la experiencia de los más involucrados y conocedores en el tema de los mantenimientos, se obtuvo la información para revisar, comparar, analizar el diseño y desarrollo de la máquina, aplicando ingeniería inversa.

Se optó por la lavadora “Rinser Linear”, un tema de decidido por requerimientos de la empresa cliente AJE, en acuerdo con la Gerencia de Intecpack S.A.C. Parte importante en los detalles de ésta decisión fue por el tamaño de la máquina, espacio en la instalación, tiempo de entrega y disposición de materiales, etc.

Figura 18. Diseño de lavadora de envases de Intecpack SAC.



Fuente: Elaboración propia usando el software Solidwork.

Figura 19. Máquina lavadora de envases de Intecpack SAC.

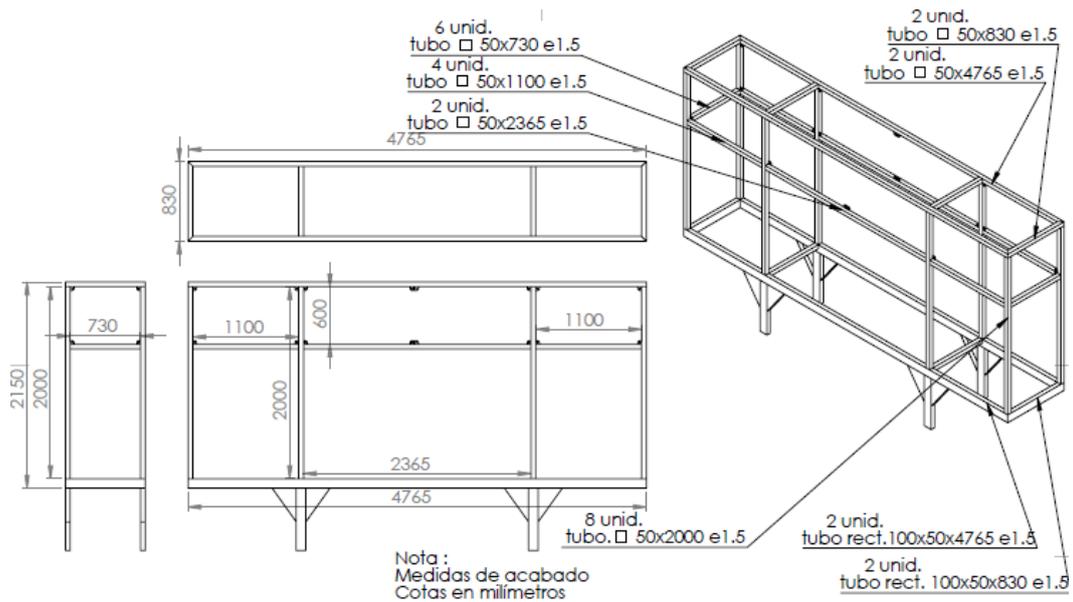


Fuente: Intecpack S.A.C.

3.1.1 Diseño en Solidworks

El solidwork como otros CAD (Diseño asistido por computadora) permiten diseñar, mover, modificar y crear a través de un entorno grafico en 3D planos técnicos para fabricación de piezas o conjunto de piezas. En éste caso para el diseño de la máquina lavadora de envases multiformato. Se tiene como punto de partida las medidas establecidas y así aplicada para la estructura principal que es en su totalidad de acero inoxidable de la calidad AISI 304 usando tubo cuadrado y rectangular.

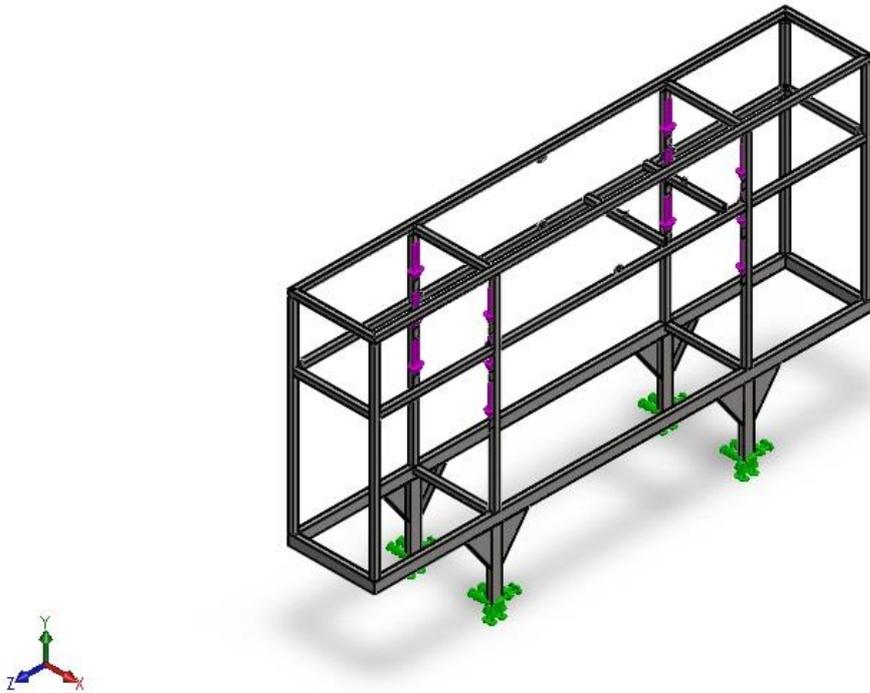
Figura 20. Estructura principal de la lavadora de envases.



Fuente: Elaboración propia usando el software Solidwork.

Análisis de elementos finitos, para simular los efectos físicos del diseño. Se hizo un estudio físico de análisis de elementos finitos e identificamos los 4 **puntos fijos** como puntos sin movimiento y 12 **puntos de carga** que están ubicados en la parte vertical de la estructura principal, estas cargas representan la distribución del peso de la estructura interna de la máquina (físicamente representa 6 ejes, 4 de desplazamiento y 2 con rosca trapezoidal para dar movimiento de la estructura interna por medio de unos volantes).

Figura 21. Rinser estudio con puntos de carga y puntos fijos.



Fuente: Elaboración propia usando el software Solidwork.

Procedimiento inicial, se selecciona el material a utilizar, acero inoxidable AISI 304 y aplicamos puntos fijos y cargas (identificando y convirtiendo en fuerza; la masa y gravedad para su aplicación).

Tabla 2. Rinser estudio con puntos de carga y puntos fijos.

Nombre de estudio:	Análisis estático de estructura principal
Tipo de análisis:	Análisis estático
Tipo de malla:	Malla sólida
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica:	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero:	298 Kelvin

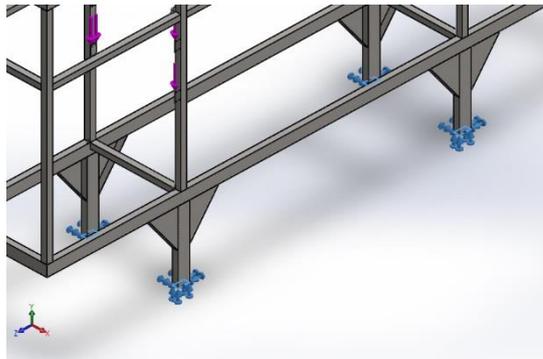
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. Propiedades del material.

Nombre:	AISI 304
Tipo de modelo:	Isotrópico elástico lineal
Criterio de error predeterminado:	Tensión de von Mises máx.
Límite elástico:	2.06807e+008 N/m ²
Límite de tracción:	5.17017e+008 N/m ²
Módulo elástico:	1.9e+011 N/m ²
Coefficiente de Poisson:	0.29
Densidad:	8000 kg/m ³
Módulo cortante:	7.5e+010 N/m ²
Coefficiente de dilatación térmica:	1.8e-005 /Kelvin

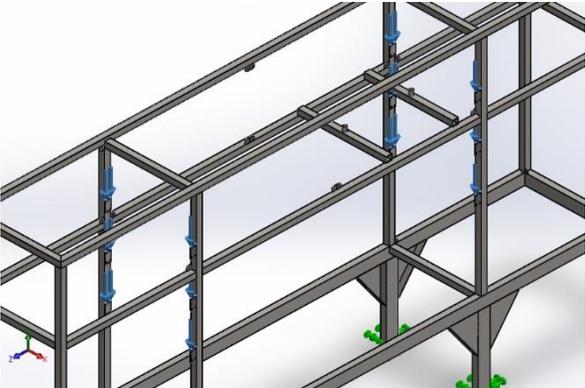
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. Puntos de sujeciones fijas.

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-1		Entidades: 4 cara(s) Tipo: Geometría fija.		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	0.0183449	8880.08	0.035183	8880.08
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia usando el software Solidwork.

Tabla 5. Puntos de carga.

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-1		<p>Entidades: 12 cara(s)</p> <p>Tipo: Aplicar fuerza normal.</p> <p>Valor: 900 N</p>

Fuente: Elaboración propia usando el software Solidwork.

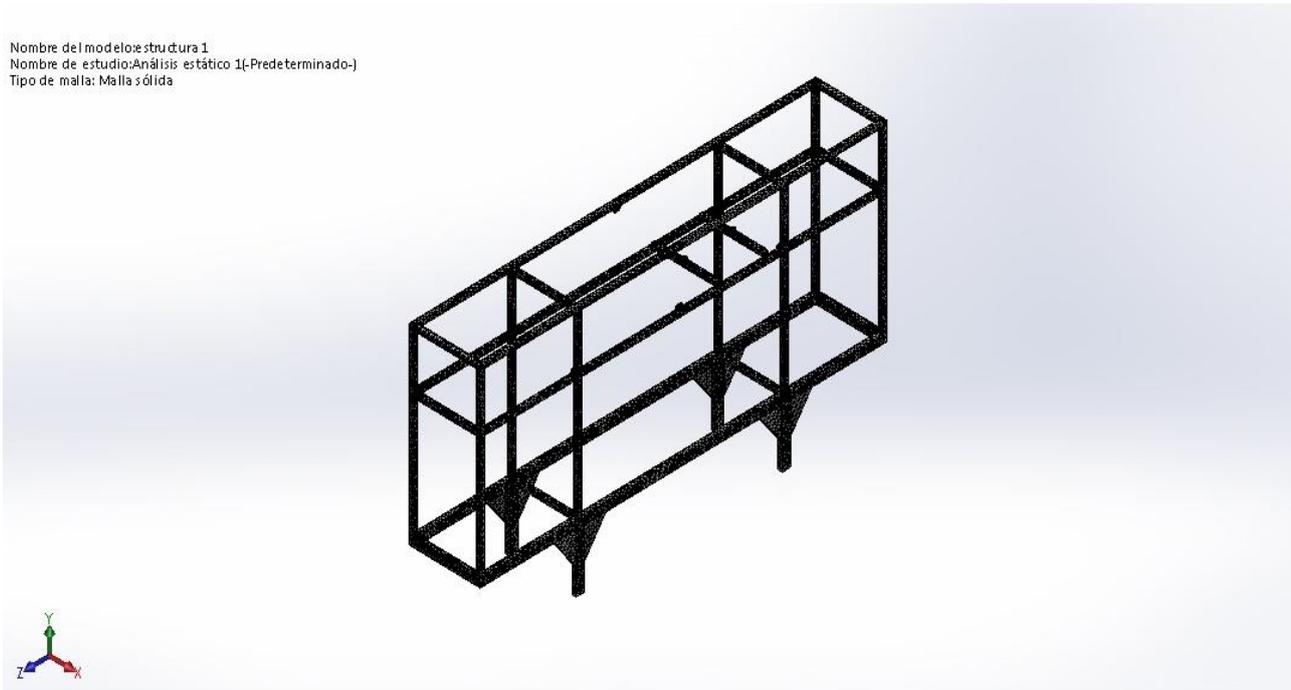
Se genera la malla y minimizando las posibles fallas, reduciendo el tamaño de los elementos que conforman la malla y ajustando los valores según la complejidad de la estructura.

Tabla 6. Información de malla.

Tipo de malla:	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla basada en curvatura
Puntos jacobianos:	4 Puntos
Tamaño máximo de elemento:	45.9604 mm
Tamaño mínimo del elemento:	9.19208 mm
Calidad de malla:	Elementos cuadráticos de alto orden
Regenerar la malla de piezas fallidas con malla incompatible:	Activar

Fuente: Elaboración propia.

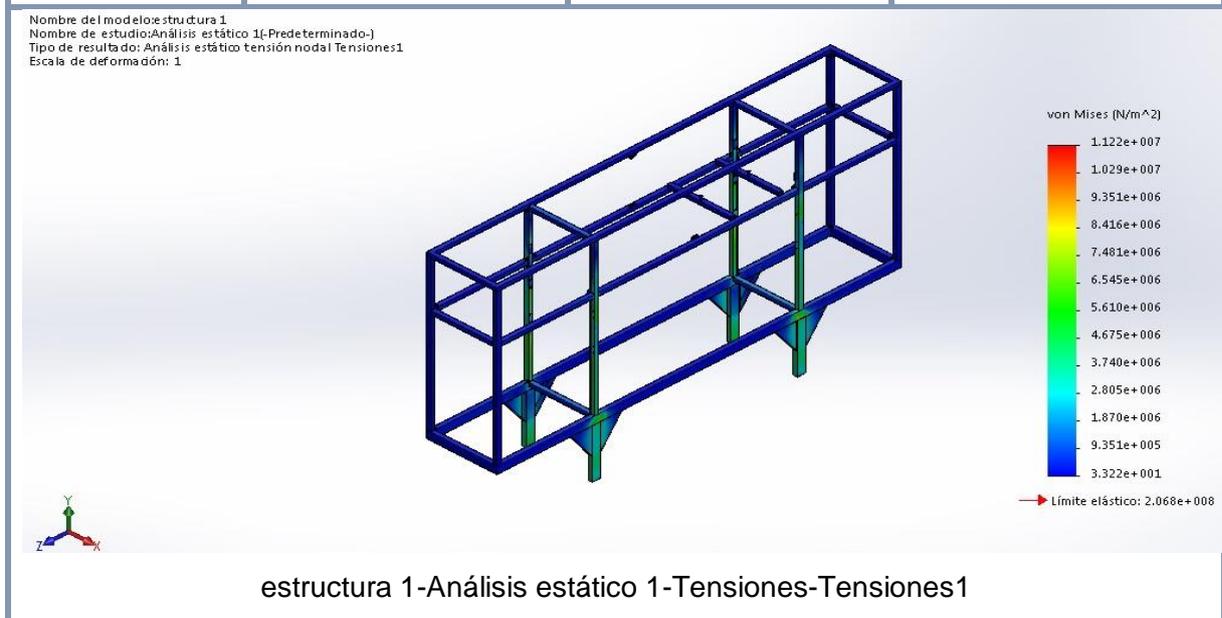
Figura 22. Malla de estructura Principal



Fuente: Elaboración propia usando el software Solidwork.

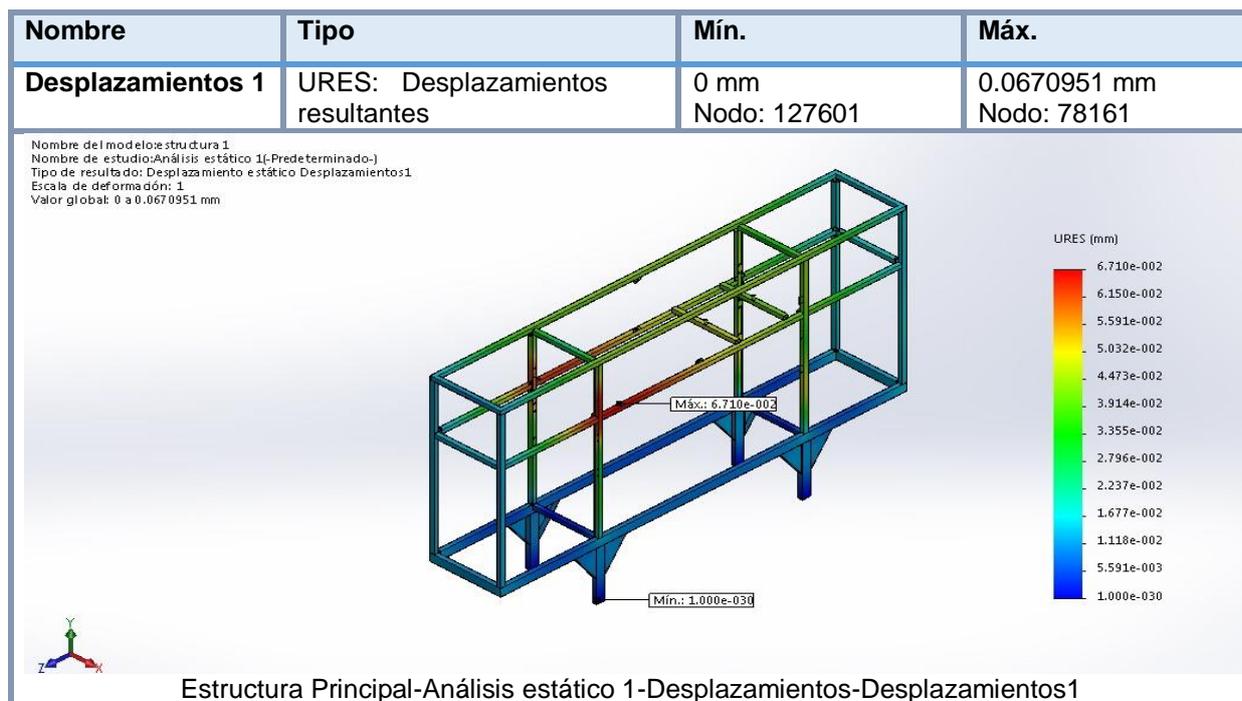
Tabla 7. Tensiones en estructura principal.

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	33.2198 N/m ² Nodo: 139383	1.12208e+007 N/m ² Nodo: 63452



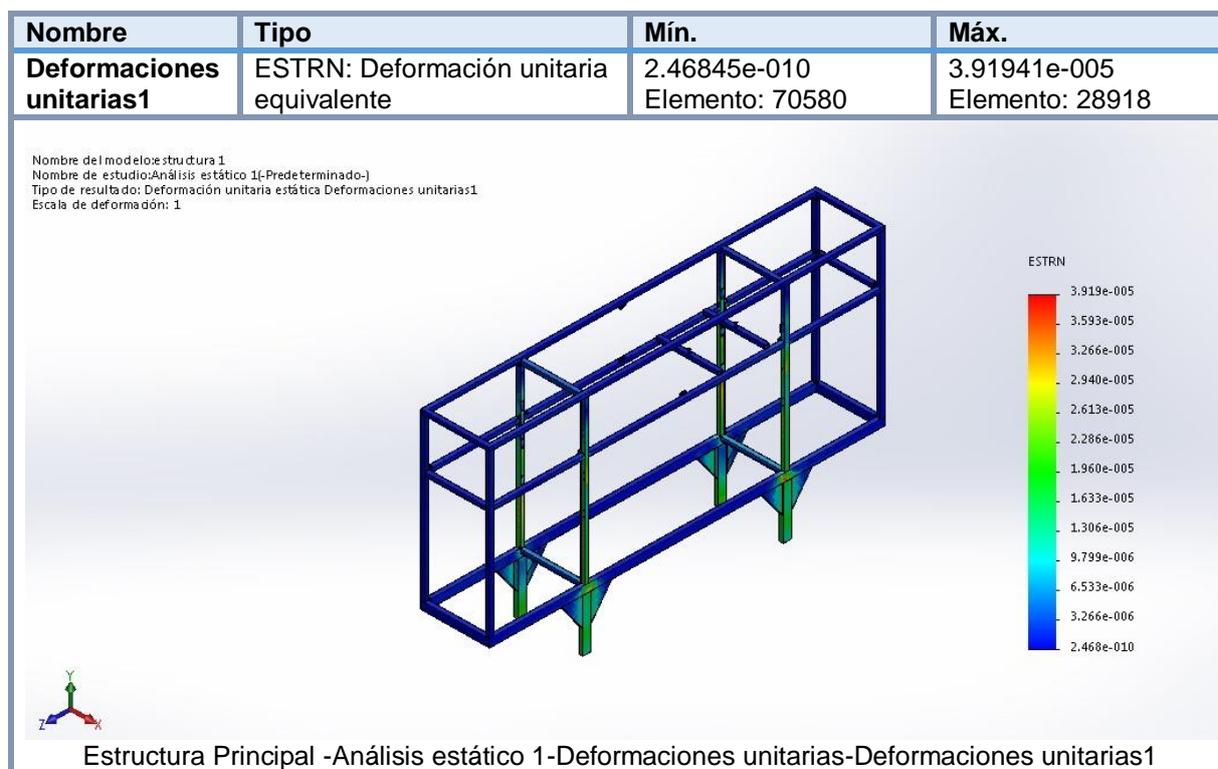
Fuente: Elaboración propia usando el software Solidwork.

Tabla 8. Desplazamiento en estructura principal.



Fuente: Elaboración propia usando el software Solidwork.

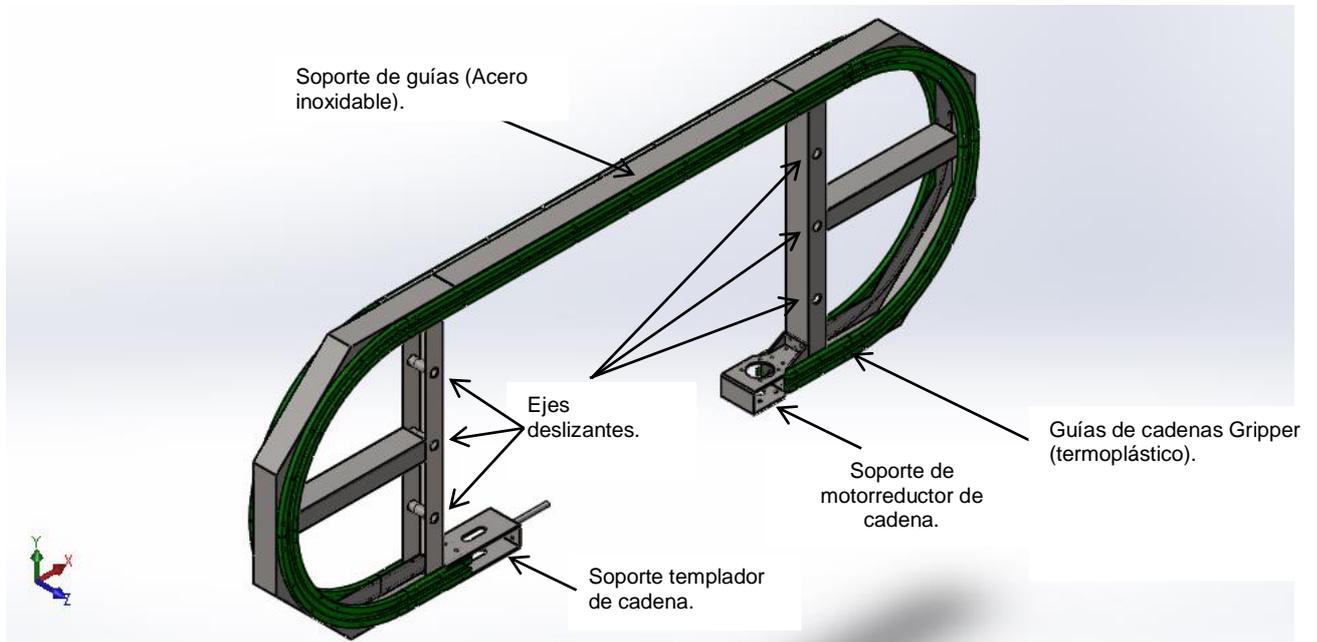
Tabla 9. Deformación de estructura principal.



Fuente: Elaboración propia usando el software Solidwork.

La estructura interna de la máquina contiene dos crucetas, ubicadas en paralelos y son los soportes de las guías de las cadenas Gripper (desplazamiento de cadena). Las crucetas en su zona inferior, montan un soporte para motorreductor y un soporte deslizante que sirve para templar la cadena.

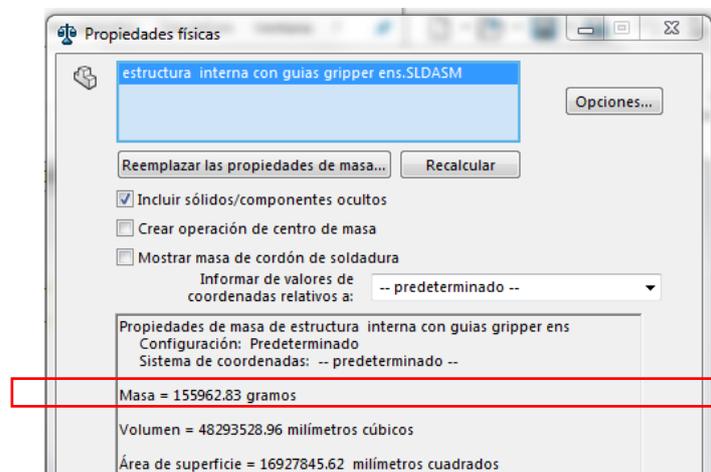
Figura 23. Estructura interna - Cruceta con guías.



Fuente: Elaboración propia usando el software Solidwork.

Aplicando a las crucetas el material de acero AISI en la parte estructural y un termoplástico en las guías de la cadena, tenemos una masa de 156 Kilogramos.

Figura 24. Propiedades físicas de la cruceta con guías.



Fuente: Elaboración propia usando el software Solidwork.

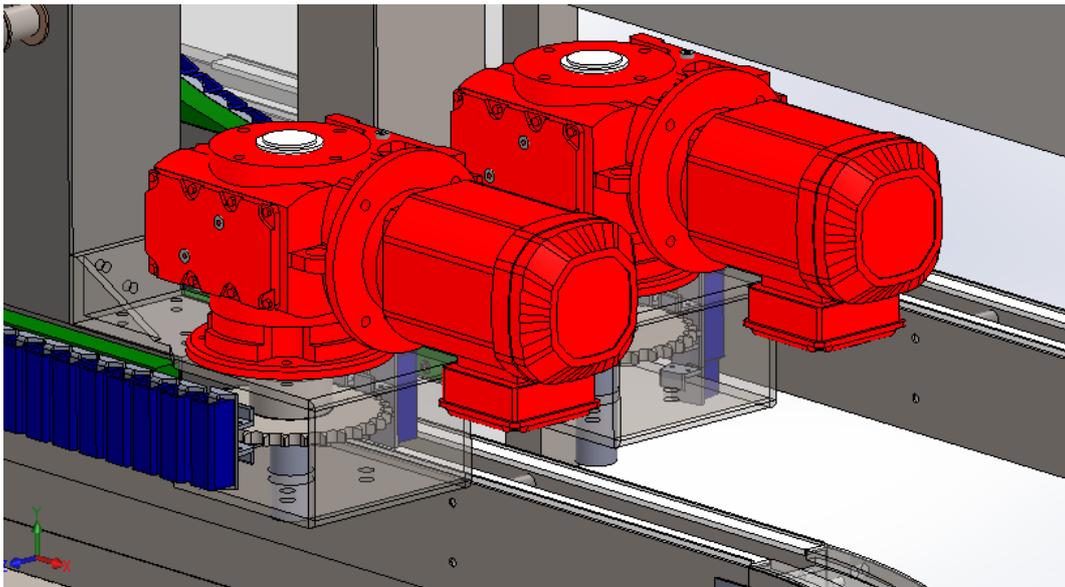
Tabla 10. Masa de las crucetas con guías y componentes.

Material	Masa(kg)
cruceta con guias	156
motoreductor	56
cadena	32
soporte de motor	12
soporte templador	12
perneria	8
ejesx6unid	36
envases	8
otros	120
Total	440

Fuente: Elaboración propia.

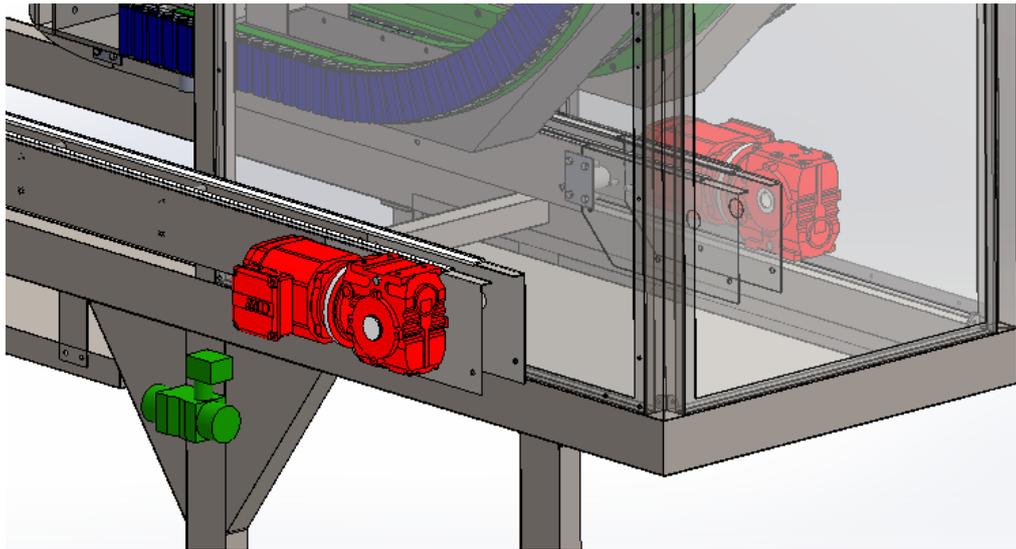
El cálculo en la siguiente tabla anterior es de una cruceta con guías y sus componentes que sumaría 440 kg; en la estructura interna se usan dos crucetas, esto sumaría 880 kg como masa que la estructura principal soporta. Teniendo en cuenta los 12 puntos distribuidos en la estructura principal, tenemos 73.3kg en cada punto, con lo que se puede convertir a 740 Newton. (Ver tabla 4)

Figura 25. Soportes de 2 motorreductores para cadenas Gripper.



Fuente: Elaboración propia usando el software Solidwork.

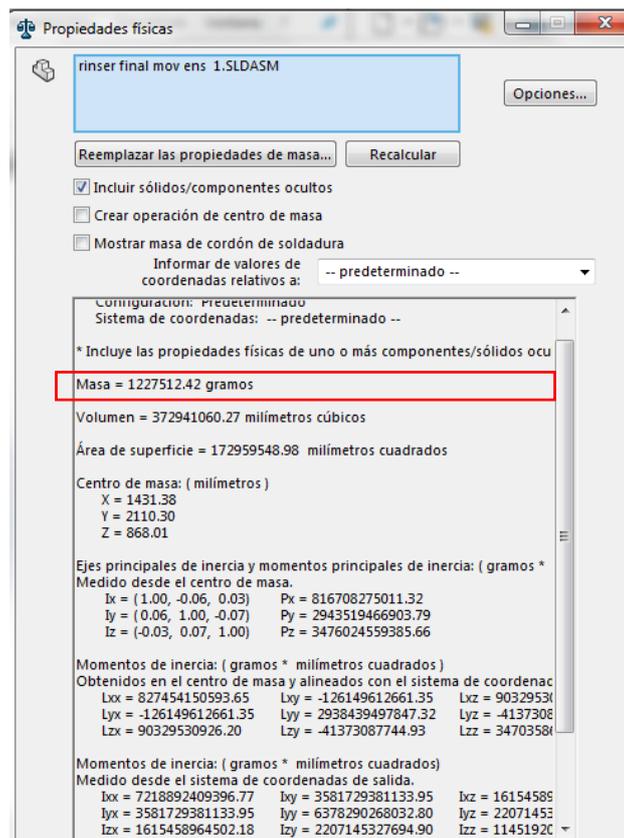
Figura 26. Transportadores y motorreductores de cadenas TAB.



Fuente: Elaboración propia usando el software Solidwork.

Teniendo en cuenta las propiedades físicas en la simulación, la masa de la máquina rinser es de 1228 Kilogramos.

Figura 27. Propiedades físicas del Rinser.



Fuente: Elaboración propia usando el software Solidwork.

3.1.2 Pruebas de materiales

En el proyecto se usó a nivel de simulación los materiales que componen la máquina, se observó la efectividad de los materiales en su construcción, donde las cargas en los puntos de la estructura principal no presentaban alguna deformación o dificultad que se considere un problema.

La empresa proveedora de la materia prima para la fabricación de la estructura principal y como demás componentes; en acero inoxidable fue la empresa JAHESA. Esta empresa brindo la garantía y calidad de sus productos así también como también el servicio de corte y doblado de planchas.

3.1.3 Construcción de partes mecánicas

La máquina lavadora de envases tiene diferentes partes como parte de su mecanismo, éstas conforman un conjunto de sistemas que tienen funciones específicas.

Es importante guiarse de las tablas técnicas que ofrece y recomienda el proveedor al momento de tomar alguna decisión al fabricar los componentes. Respetando medidas y verificando las piezas; con un control que asegure la coherencia en el ensamble.

El diseño del transportador se basa más en la flexibilidad y en el tamaño de la cadena TAB, para el óptimo transporte de los productos se debe conocer sus dimensiones, en el caso de los envases, el formato máximo del que es 122mm de diámetro.

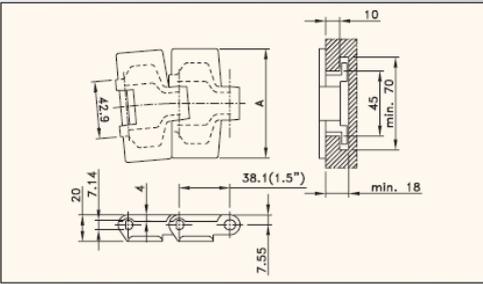
Se usa el tipo de cadena TAB **RH 325 XL**, con 82.5mm de ancho según la Figura 28; el envase de mayor formato tiene 122 mm de diámetro, pero la base de contacto con el TAB es de 81mm de diámetro.

Figura 28. Imagen de Información técnica de selección TAB.

PLASTIC TABLETOP CHAINS



STANDARD RADIUS SINGLE HINGE TAB



page 123

page 71, 73

MATERIAL

page 203

Chain type	Code nr.	Plate width		Weight	Sideflex radius (min.)	Working load (max.)	Backflex radius (min.)	Plate thickness
		A						
		mm	inch	kg/m	N (21°C)	mm	mm	mm
XL-ACETAL								
RH 325 XL	751.42.31	82.5	3.25	0.94	457	2100	50	4.0
RH 450 XL	751.42.42	114.3	4.50	1.08				
LF-ACETAL								
LF 880 TAB-K325	L0880604031	82.5	3.25	0.94	457	2100	40	4.0
LF 880 TAB-K325 plastic pin*	L0880632221	82.5	3.25	0.74		1050		
LF 880 TAB-K350	L0880641151	89.9	3.50	1.01	500	2100	40	4.0
LF 880 TAB-K450	L0880604041	114.3	4.50	1.08		1050		
LF 880 TAB-K450 plastic pin*	L0880648371	114.3	4.50	0.91				
PS-ACETAL								
RH 325 PS	751.10.03	82.5	3.25	0.94	457	2100	40	4.0
PS 880 TAB-K325	L0880697202	82.5	3.25	0.94				
PS 880 TAB-K343	L0880697252	87.0	3.43	1.01	500	2100	40	4.0
PS 880 TAB-K450	L0880697232	114.3	4.50	1.08				
WX-POLYAMIDE COMPOSITE								
WX 880 TAB-K325	L0880613512	82.5	3.25	0.94	457	2100	40	4.0
WX 880 TAB-K450	L0880639662	114.3	4.50	1.08	500			

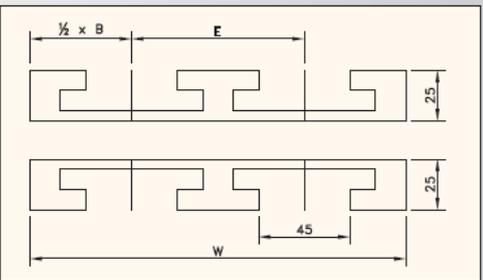
Fuente: Catálogo de productos Rexnord.

Figura 29. Imagen de información técnica de selección Guía TAB.

TAB CURVES



KTU FOR SINGLE HINGE CHAINS



page 16, 17, 21

page 64, 65, 66, 68, 69

MATERIAL

page 205

Nr. of tracks	1			2			3			Pitch E	Basic width B	Radius R
	1			2			3					
		mm	inch	mm	inch	mm	inch	mm	inch	mm	mm	mm
VERSION KTU 013												
Width W	100 mm	190 mm	290 mm	For 3.25" wide chains								
15°	787.02.77	787.08.24	787.08.25									
30°	787.03.06	787.08.29	787.08.30									
45°	787.03.08	787.04.06	787.08.34	90	100	500						
60°	787.03.11	787.08.38	787.08.39									
75°	787.05.77	787.08.43	787.08.44									
90°	787.00.02	787.00.51	787.00.50									
VERSION KTU 018												
Width W	125 mm	245 mm	365 mm	For 4.50" wide chains								
15°	787.08.49	787.08.50	787.08.51									
30°	787.08.55	787.08.56	787.08.57									
45°	787.07.37	787.08.61	787.08.62	120	125	610						
60°	787.08.66	787.08.67	787.08.68									
75°	787.08.72	787.08.73	787.08.74									
90°	787.01.09	787.00.87	787.01.10									
VERSION KTU 030												
Width W	200 mm	395 mm	590 mm	For 7.50" wide chains								
15°	787.08.90	787.08.91	787.08.92									
30°	787.08.95	787.08.97	787.08.98									
45°	787.08.92	787.08.93	787.08.94	195	200	610						
60°	787.08.98	787.08.99	787.09.00									
75°	787.09.04	787.09.05	787.09.06									
90°	787.00.07	787.01.11	787.01.12									

For steel chains:

- 881 TAB
- 881 TAB
- 65 T 72 RM

For plastic chains:

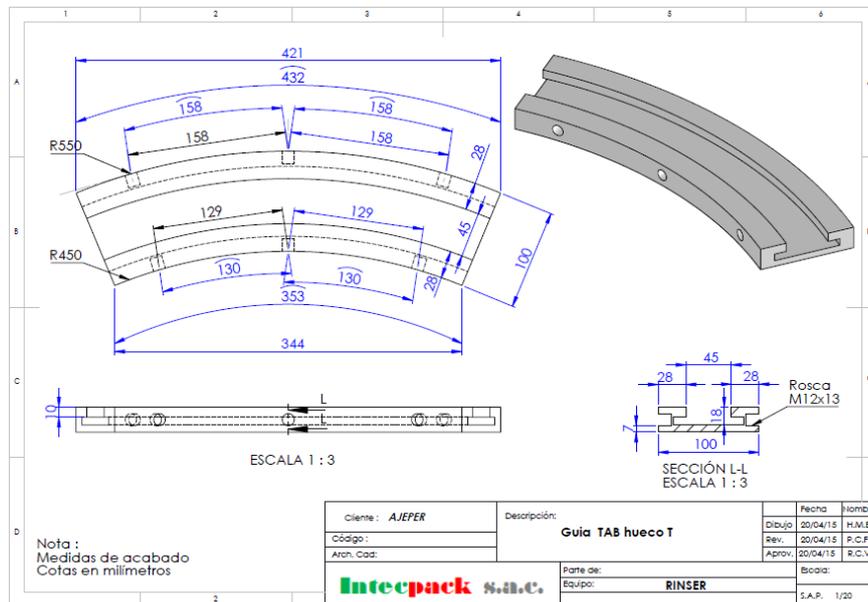
- 880 TAB
- 880 TAB BO
- 879 TAB
- 879 TAB BO
- 880 TAB BOT
- RH
- RHD
- SRH
- 1050 TAB
- 1055 TAB

Fuente: Catálogo de productos Rexnord.

Se usó el perfil guía de cadena TAB **(787.03.08)** según la Figura 29; recomendada para el tipo de cadena TAB **(RH 325 XL)** escogido previamente por sus características para el formato de envases de mayor diámetro.

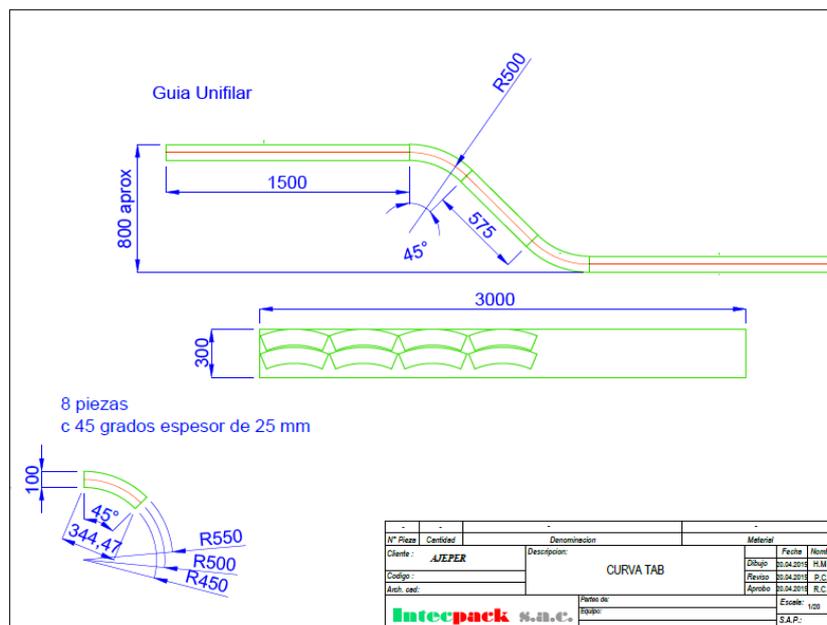
Las características de la guía TAB es de 500 mm de radio primitivo de curvatura, con un perfil de 100mmx25mm.

Figura 30. Guía TAB curvo.



Fuente: Intepack S.A.C y elaborado por Henry Mariano.

Figura 31. Distribución de las guías TAB



Fuente: Intepack S.A.C y elaborado por Henry Mariano.

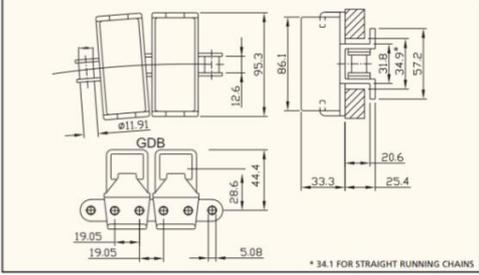
Las características de la cadena Gripper (**HP 1873 TAB-K375 GSD**), que se escogió son para sujetar los envases plásticos dentro de la máquina como se muestra en la Figura 32 y para que éste tipo de cadena trabaje con una guía de cadenas Gripper (**787.09.25**) ver Figura 33, con un radio mínimo de 500mm, que para el diseño de la máquina se fabrica con un radio de 750mm.

Figura 32. Imagen de Información técnica de selección Gripper.

PLATE TOP GRIPPER CHAINS



CLOSED GRIPPER
3/4" PITCH
PLASTIC TAB



* 34.1 FOR STRAIGHT RUNNING CHAINS



pag. 124

MATERIAL
pag. 212

Chain type	Code nr.	Plate width		Weight	Working load (max.)	Sideflex radius (min.)	Connection link	
		A					type	code nr.
		mm	pollici	kg/m	N (21°C)	mm		
HP-ACETAL TOP PLATE/STEEL BASE CHAIN								
HP 1873 TAB-K375 GSD	L1873677162	95.3	3.75	2.80	4500	381	CL-63	36742
HP-ACETAL TOP PLATE/STAINLESS STEEL BASE CHAIN								
HP 1873 TABSS-K375 GSD	L1873677172	95.3	3.75	2.80	3400	381	CL-63 SS	36747

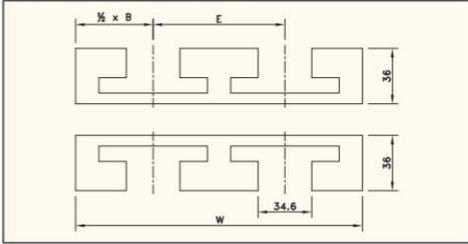
Fuente: Catálogo de productos Rexnord.

Figura 33. Imagen de información técnica de selección Guía Gripper.

TAB CURVES



KTU 300
FOR PLATE TOP CHAINS

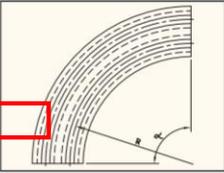




pag. 94/101

MATERIAL
pag. 214

Nr. of tracks	1	2	3	Pitch E	Basic width B	Radius R
				mm	mm	mm
VERSION KTU 313						
Width W	100 mm	190 mm	280 mm	For 3.25" wide chains		
15°	787.09.13	787.09.14	787.09.15	90	100	500
30°	787.09.19	787.09.20	787.09.21			
45°	787.09.25	787.09.26	787.09.27			
60°	787.09.31	787.09.32	787.09.33			
75°	787.09.37	787.09.38	787.09.39			
90°	787.01.13	787.01.14	787.01.15			
VERSION KTU 318						
Width W	125 mm	245 mm	365 mm	For 4.50" wide chains		
15°	787.09.45	787.09.46	787.09.47	120	125	500
30°	787.09.51	787.09.52	787.09.53			
45°	787.07.50	787.09.57	787.09.58			
60°	787.09.62	787.09.63	787.09.64			
75°	787.09.68	787.09.69	787.09.70			
90°	787.01.16	787.01.17	787.01.18			
VERSION KTU 324						
Width W	160 mm	320 mm	480 mm	For 6.00" wide chains		
15°	787.09.77	787.09.78	787.09.79	160	160	610
30°	787.09.83	787.09.84	787.09.85			
45°	787.09.89	787.09.90	787.09.91			
60°	787.09.95	787.09.96	787.09.97			
75°	787.10.01	787.10.02	787.10.03			
90°	787.01.19	787.01.20	787.01.21			



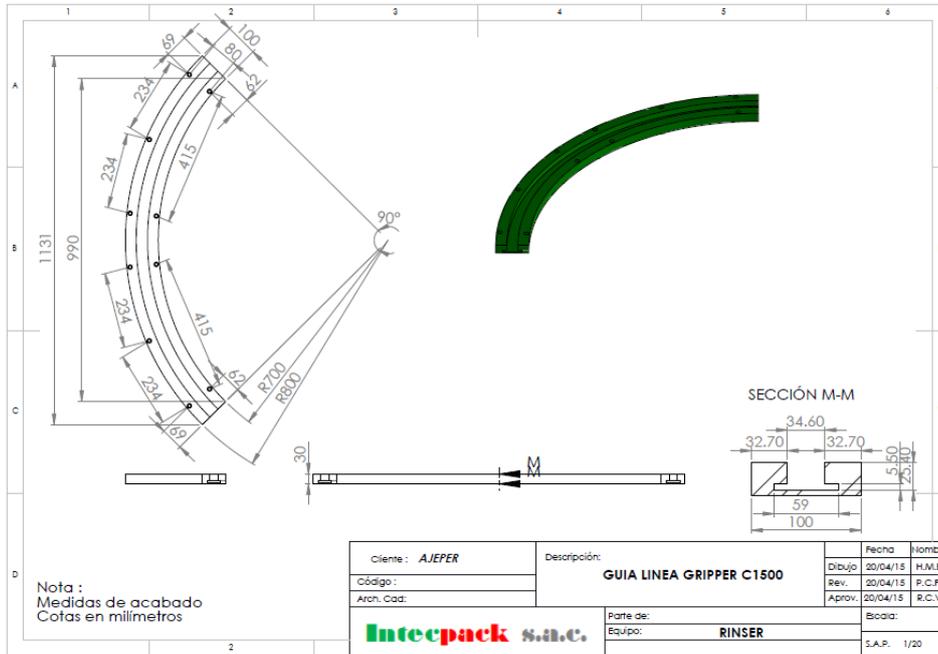
For plate top chains:

- 1873 TAB
- 1874 TAB
- 3873 TAB

The code nr. includes both upper and under part

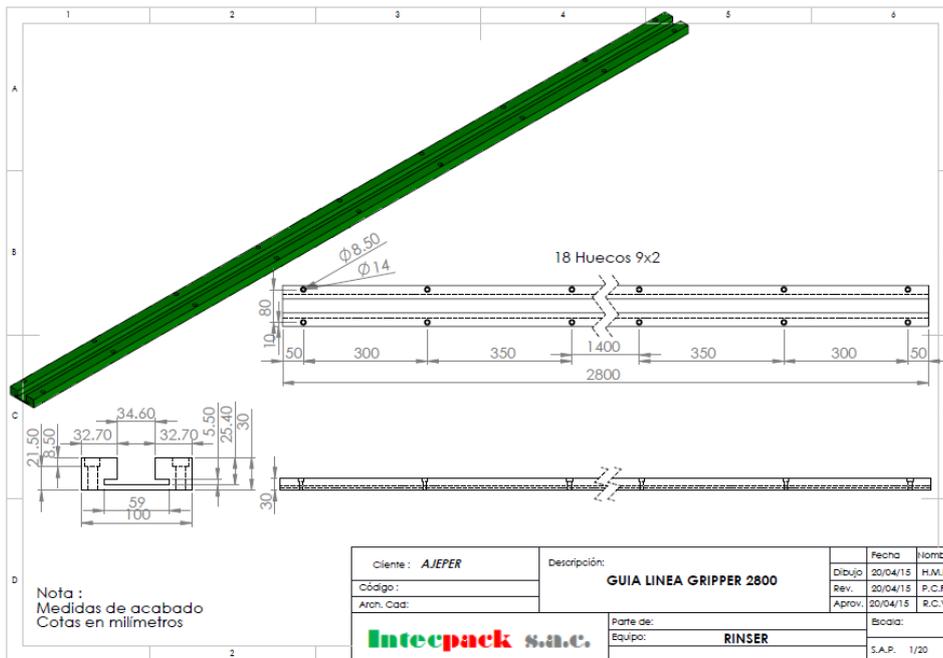
Fuente: Catálogo de productos Rexnord.

Figura 34. Guía Gripper curva.



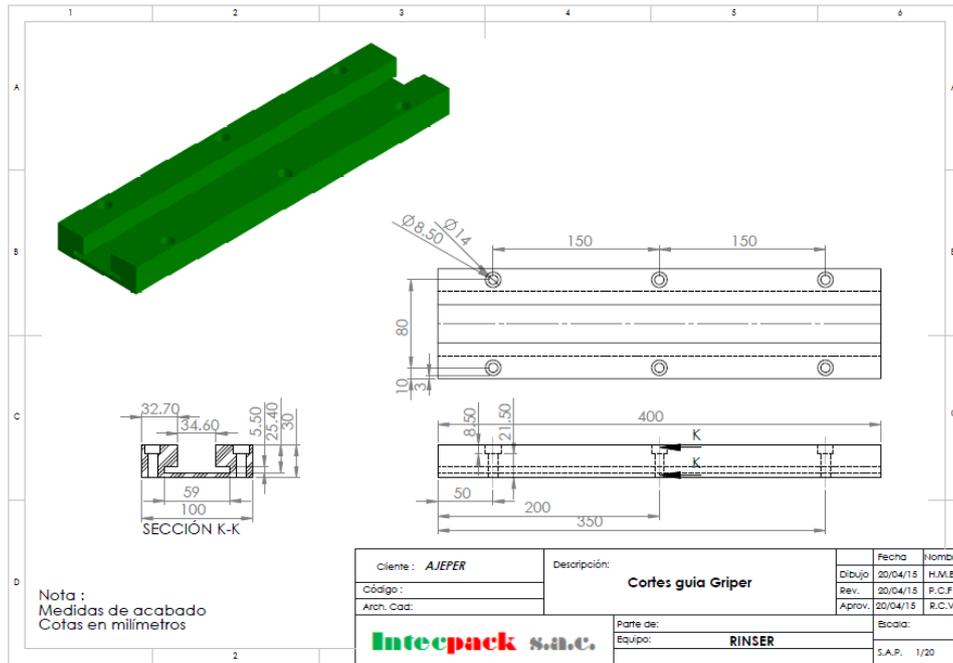
Fuente: Intecpack S.A.C y elaborado por Henry Mariano.

Figura 35. Guía Gripper recta 2800mm.



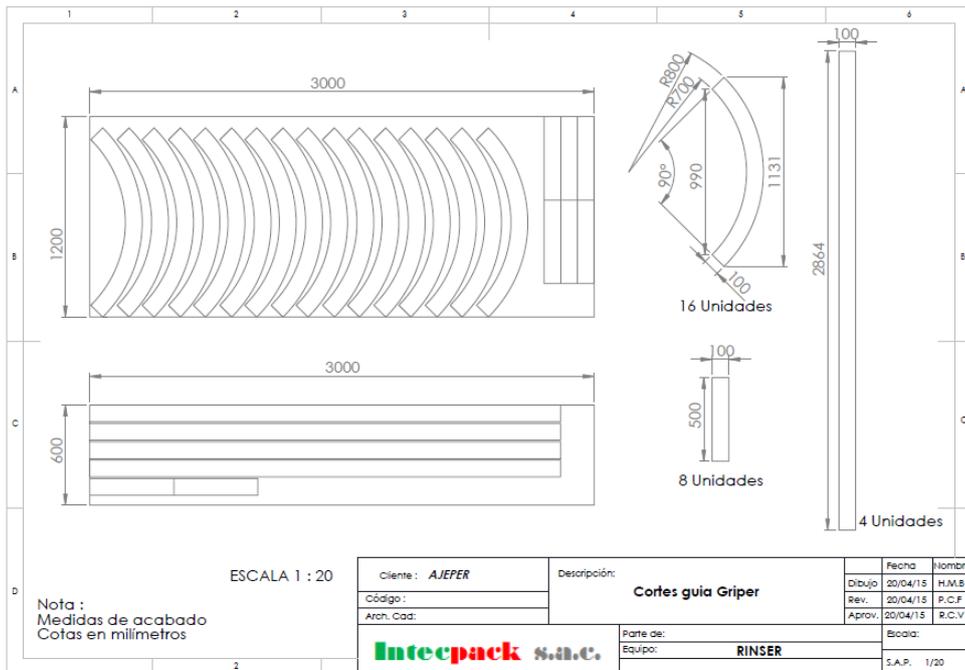
Fuente: Intecpack S.A.C y elaborado por Henry Mariano.

Figura 36. Guía Gripper recta 400mm.



Fuente: Intepack S.A.C y elaborado por Henry Mariano.

Figura 37. Distribución de las guías GRIPPER.



Fuente: Intepack S.A.C y elaborado por Henry Mariano.

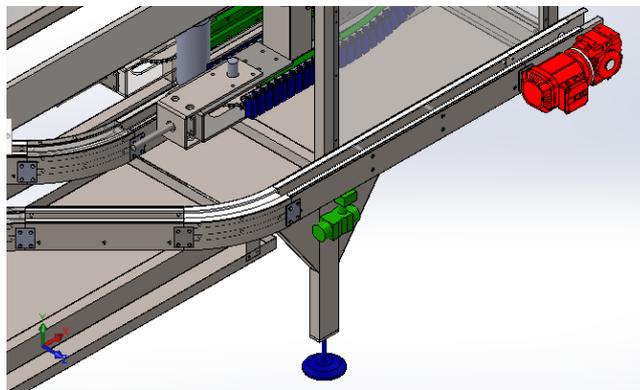
3.1.3.1 Sistema de Transportadores

Los transportadores que se menciona en éste sistema son los de ingreso y salida de la máquina. Por diseño en su construcción mantienen las mismas características, como el sentido de recorrido y velocidad. Los motorreductores que generan el movimiento en los transportadores están controlados por un mismo variador.

Los transportadores usan perfiles de aceros inoxidable que son el cuerpo principal para unir los componentes, como la guía de cadenas flexibles TAB que son de material UHMW, ejes de separación y rodillos de guía retorno.

Entre los perfiles inoxidable se empernan unos ejes de separación, también soportes de guías de transportador, que son varillas de Ø8mm que guían de los envases que entran o salen de la máquina lavadora.

Figura 38. Diseño de transportador de salida.



Fuente: Elaboración propia usando el software Solidwork.

Figura 39. Transportador de salida con puerta de acumulación.



Fuente: Intecpack S.A.C.

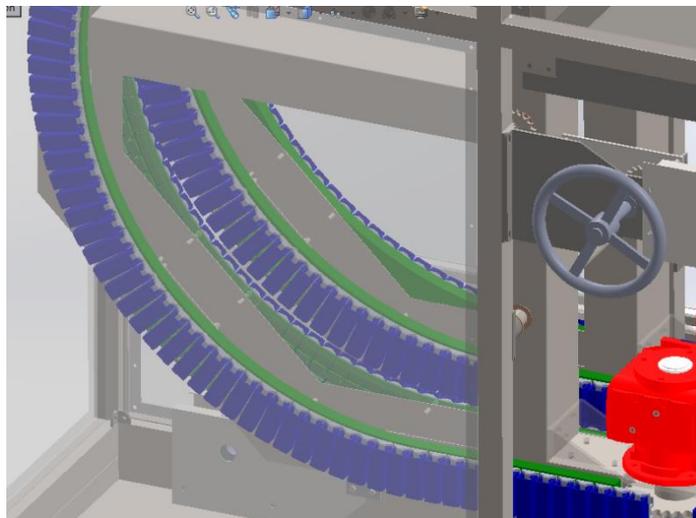
3.1.3.2 Sistema de Crucetas

Se le llama cruceta al soporte de acero inoxidable de las guías de plásticos de las cadenas gripper, dentro del rinser encontramos dos crucetas que están montadas en paralela y son regulables por medio de dos timones. Comparten ejes con roscas para alejar o acercar y además 4 ejes que sirven de soporte a las crucetas con la estructura principal.

Los materiales usados en la cruceta son de plancha de acero inoxidable 304, éstas fueron cortadas, dobladas y soldadas; para que allí se empernen las guías de las cadenas flexibles gripper.

Las guías son de material UHMW y tienen un canal por donde viaja la cadena flexible del gripper. Estas guías de cadenas también tienen secciones curvas a 90 grados para usarlas en el retorno de la cadena.

Figura 40. Diseño de Sistema de Crucetas a salida de la máquina.



Fuente: Elaboración propia usando el software Solidwork.

Figura 41. Sistema de Crucetas a la entrada de la máquina.

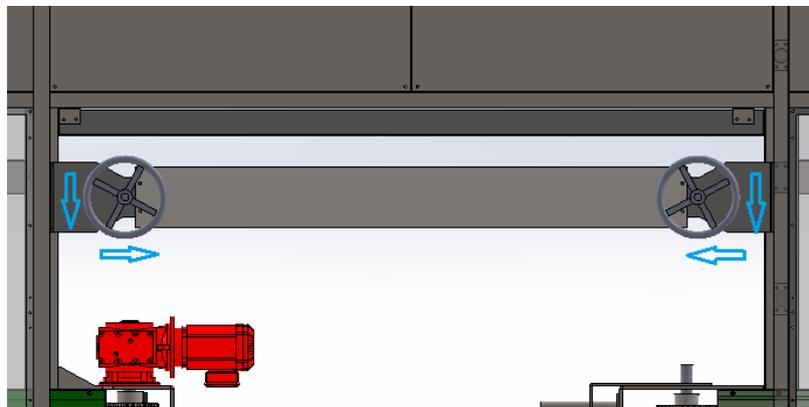


Fuente: Intecpack S.A.C.

3.1.3.3 Sistema de Regulación

En el sistema de Regulación trabaja junto al sistema de crucetas; tiene 2 ejes cada una con su timón, estos ejes tienen en su longitud roscas trapezoidales en sentido horario y antihorario, se manipulan los timones consecutivamente para que pueda juntar o alejar las crucetas, las distancias de las crucetas tomando en cuenta sus accesorios ya montados, pueden acercarse o alejarse a un rango de 0 a 125 mm para los envases de diferentes formatos, desde el más pequeño de 500mL de Ø57mm al más grande de 3300mL de Ø122mm.

Figura 42. Diseño de Sistema de Regulación.



Fuente: Elaboración propia usando el software Solidwork.

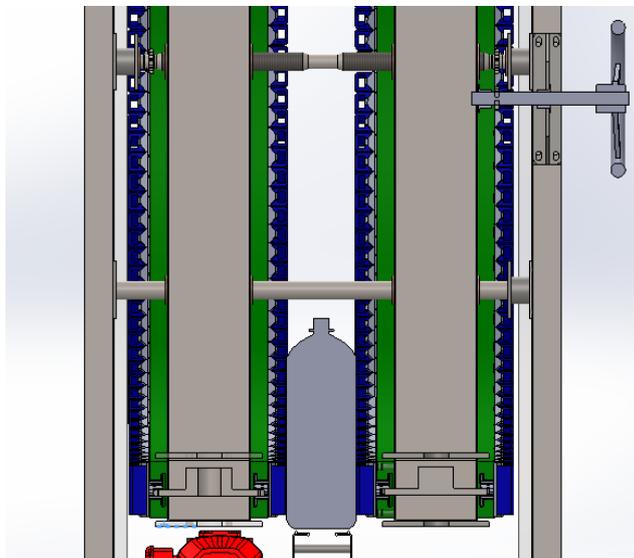
Figura 43. Sistema de Regulación.



Fuente: Intecpack S.A.C.

Manipulación mecánica con los volantes, distribución uniforme y simétrica donde los formatos no colisionen con la máquina.

Figura 44. Detalle de la máxima regulación.



Fuente: Elaboración propia usando el software Solidwork.

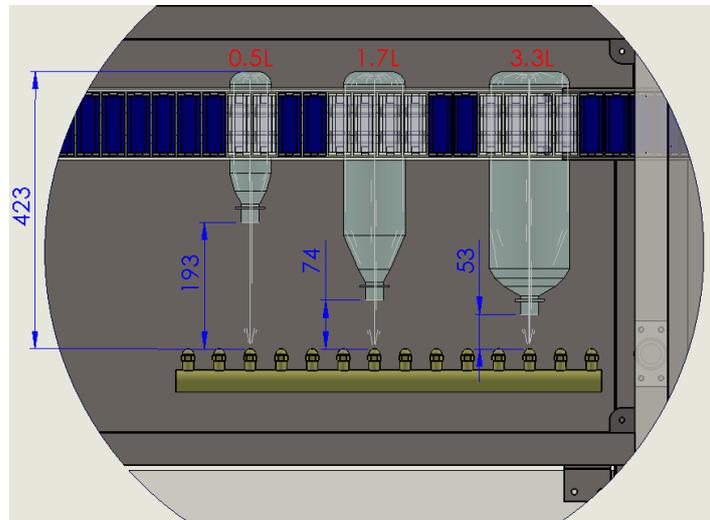
3.1.3.4 Sistema de Lavado

En el sistema de lavado para que realice el enjuague de los envases, tiene un inyector que es un tubo con 16 salidas (Agujeros de $\text{Ø}2\text{mm}$) y con una entrada, el agua tiene una presión (4bar) por una línea de tubería de acero inoxidable que incorpora el Rinser y es alimentada por una bomba que viene desde otro punto de la sala.

Los envases al momento de ser lavados, son sujetados suavemente por el jebe de las cadenas Gripper y al llegar a la altura del tubo inyector, estos han girado

parcialmente a 180°. Posteriormente tenemos un espacio libre de 3 metros del recorrido para que pueda gotear los envases y tener así una mínima cantidad de agua adherida al envase.

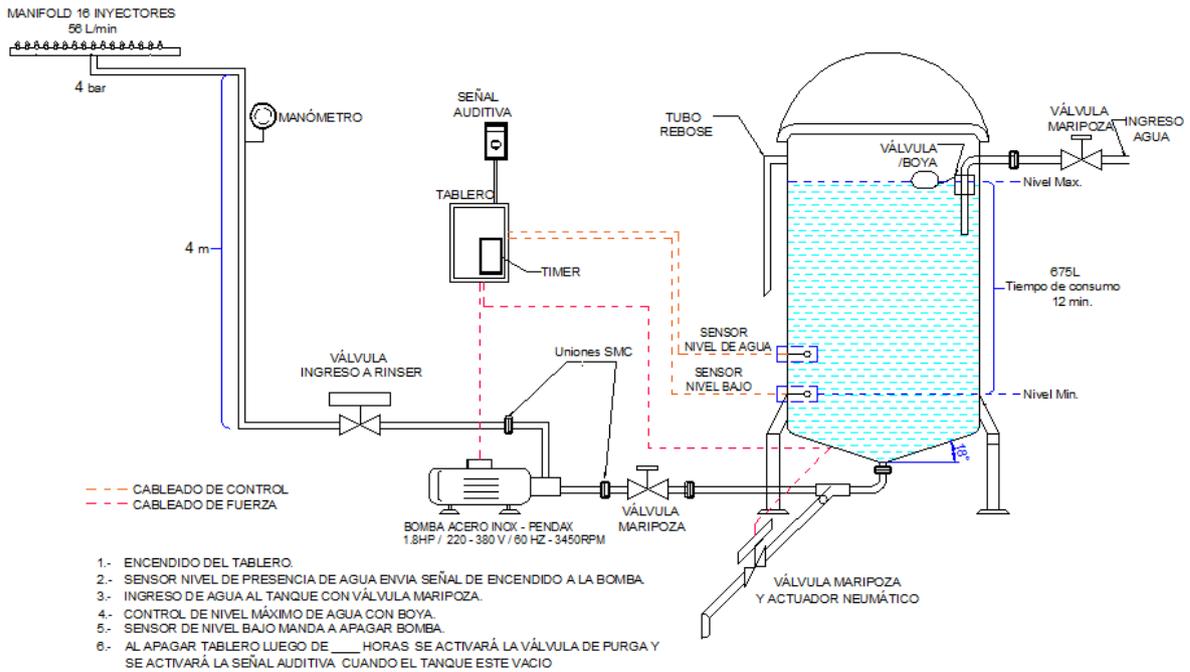
Figura 45. Diseño de un comparativo de formatos en el sistema de lavado.



Fuente: Elaboración propia usando el software Solidwork.

Diseño alternativo del agua tratada a presión de un sistema de lavado, éste diseño fue parte de una propuesta, para la empresa cliente, como automatización del suministro de agua. Se requiere un tablero adicional para el control del nivel del agua en el tanque y activación de la bomba y válvulas.

Figura 46. Diseño de Sistema de Enjuague completo.



Fuente: Elaboración propia usando AutoCAD.

Por continuidad la cantidad de flujo de agua que ingresa a la tubería es igual a la que sale, el recorrido de un tubo de 1" cedula 80S y la salida de 16 tubos pequeños con orificios de 2mm de diámetro.

Tabla 11. Especificación técnica de tubos Soldables.

Fabricado de acuerdo a la Norma ASTM-A-403, ANSI B 16,11 Y ANSI B 16.9				TIPOS DE INOXIDABLE T-304/L T-316/L													
DIAMETRO NOMINAL		DIAMETRO EXTERIOR		CEDULAS / SCHEDULES													
PIPE SIZE		OUTSIDE DIAMETERS		5 S	5	10 S	10	20	30	40 S STD	40	60	80 S EH	80	120	160	XXS
pulg.	mm	pulg.	mm														
inch	mm	inch	mm														
1/8	3	0.41	10.3		0.04	0.05	0.049			0.068	0.068		0.095	0.095			
					0.2	0.27	0.27			0.36	0.36		0.46	0.46			
1/4	6	0.54	13.7		0.05	0.07	0.065			0.088	0.088		0.119	0.119			
					0.38	0.48	0.48			0.62	0.62		0.79	0.79			
3/8	10	0.68	17.1		0.05	0.07	0.065			0.091	0.091		0.126	0.126			
					0.48	0.62	0.62			0.84	0.84		1.09	1.09			
1/2	13	0.84	21.3		0.065	0.07	0.08	0.083		0.109	0.109		0.147	0.147		0.188	0.294
					0.79	0.79	0.99	0.99		1.25	1.25		1.61	1.61		1.93	2.53
3/4	19	1.09	27.7		0.065	0.07	0.08	0.083		0.113	0.113		0.154	0.154		0.200	0.308
					0.81	0.81	1.28	1.28		1.67	1.67		2.16	2.16		2.67	3.61
1	25	1.32	33.4		0.065	0.07	0.11	0.109		0.133	0.133		0.179	0.179		0.250	0.382
					0.99	0.99	1.45	1.45		1.84	1.84		2.33	2.33		2.84	3.78
1 1/4	32	1.66	42.2		0.065	0.07	0.11	0.109		0.145	0.145		0.200	0.200		0.281	0.400
					1.28	1.28	1.77	1.77		2.16	2.16		2.65	2.65		3.16	4.00
1 1/2	38	1.9	48.3		0.065	0.07	0.11	0.109		0.154	0.154		0.219	0.219		0.344	0.436
					1.45	1.45	1.94	1.94		2.33	2.33		2.82	2.82		3.33	4.27
2	51	2.38	60.3		0.083	0.08	0.120	0.120		0.203	0.203		0.276	0.276		0.375	0.552
					1.77	1.77	2.26	2.26		2.65	2.65		3.14	3.14		3.65	4.59
2 1/2	64	2.88	73		0.083	0.08	0.120	0.120		0.216	0.216		0.300	0.300		0.438	0.600
					1.94	1.94	2.43	2.43		2.82	2.82		3.31	3.31		3.82	4.76
3	76	3.5	88.9		4.48	4.48	6.41	6.41		11.21	11.21		15.17	15.17		21.9	27.49

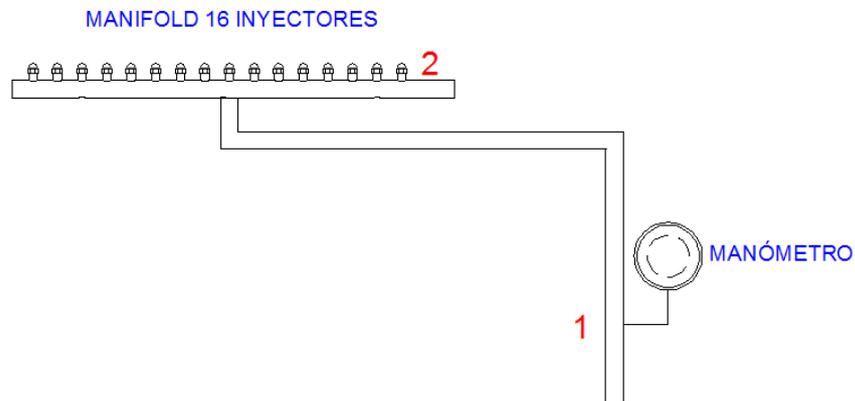
Fuente: Rohesa.

Caudal en los puntos 1 y 2. Donde “A” es el área y “v” es la velocidad.

$$Q_1 = 16 Q_2$$

$$A_1 \cdot v_1 = 16 A_2 \cdot v_2$$

Figura 47. Esquema de inyectores y manómetro.



Fuente: Elaboración propia usando AutoCAD.

Se considera unidades equivalentes para el volumen usando las unidades del Sistema Internacional en el cálculo de las velocidades. También se considera el diámetro interno del punto 1 de Ø28mm y diámetros de los orificios en el punto 2 de Ø2mm. Manteniendo un Caudal constante en la trayectoria de la tubería de 56 litros por minuto.

$$1m^3 = 1000 \text{ Litros}$$

Tabla 12. Cálculo de velocidad de salida en los inyectores.

Nombre(Unidad)	Cantidad
d1(m)	0.028
A1(m ²)	0.000616
d2(m)	0.002
A2(m ²)	0.000003
Q1(L/min)	56
Q1(m ³ /s)	0.000933
Q2(m ³ /s)	0.000058
v1(m/s)	1.515758
v2(m/s)	18.568033

Fuente: Elaboración propia.

Se utiliza la ecuación de Bernoulli para hallar la presión en el punto 2.

Se considera una presión de 4Bar (400000 N/m²) y la diferencia de 2 metros teniendo como el punto más alto 3 metros.

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1}{2g} + z_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2}{2g} + z_2$$

Tabla 13. Cálculo de presión de salida en Inyectores.

Nombre(Unidad)	Cantidad
z1(m)	1
z2(m)	3
g(m/s ²)	9.81
γ(N/m ³)	9810
P1(N/m ²)	400000
P2(N/m ²)	371853.86

Fuente: Elaboración propia.

3.1.3.5 Tapas y Bandejas

Las tapas son planchas de acero inoxidable, con doblez en su contorno y plegados para ganar rigidez, con un espesor de 2mm, están empernadas en la estructura principal. Éstas son montadas principalmente en la parte superior de la máquina lavadora, para atrapar el agua tratada y no permitir que existan fugas.

De igual manera con las tapas visibles, éstas tienen contorno de acero inoxidable, pero tiene un área de visibilidad de policarbonato, éste material transparente está ubicado en la parte central de la máquina para visualizar el ingreso y salida de los envases al sistema de lavado.

Las bandejas también son planchas de acero inoxidable, con doblez en su contorno para atrapar y juntar el agua que cae del sistema de lavado, éstas van a un ducto y trasladadas a un cilindro para su acumulación, filtración y reutilización.

3.1.4 Ensamble de partes mecánicas

En el subtítulo anterior vemos la construcción de las partes mecánicas que integra la máquina lavadora y ahora podemos ver como todos los sistemas mencionados son necesarios para que cumpla cada función predeterminada.

Parte de las crucetas donde se ubican los 4 ejes de soporte y 2 ejes deslizantes dentro de la estructura se instalan previamente para que una vez centrados respecto a la estructura principal y puesto en paralelo a igual distancia; se proceda

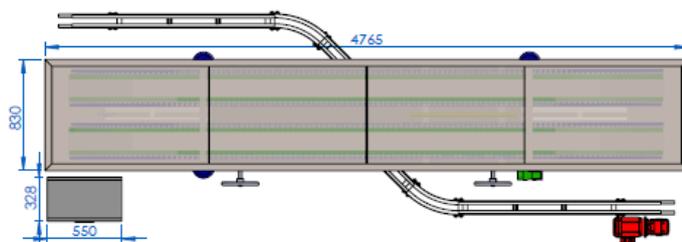
a soldar de extremo a extremo una bandeja de similar perfil, creando así el sistema de crucetas.

Se instala los volantes con transmisión de cadena a los ejes deslizantes y creando el sistema de regulación.

El sistema transportador que tiene la función de alimentar y descargar los envases continuamente en la máquina, están montados en forma paralela a la longitud mayor de la máquina, teniendo un punto de ingreso a 45° y una altura de 1100 mm midiendo del piso a la cadena TAB flexible del transportador.

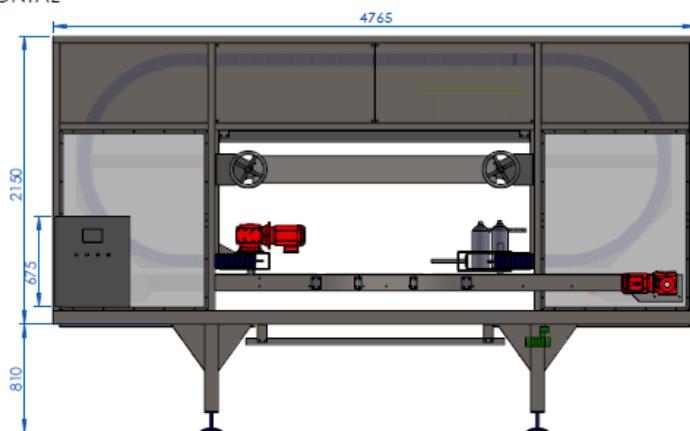
Figura 48. Vistas de ensamble de todas las partes mecánicas

VISTA DE PLANTA

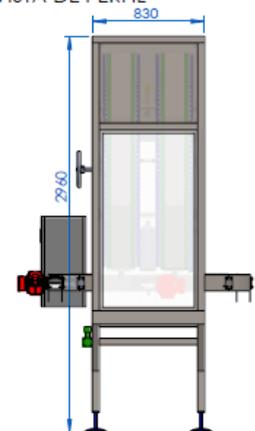


DIMENSIÓN RINSER
4765X830X2960 mm³

VISTA FRONTAL



VISTA DE PERFIL



Fuente: Elaboración propia usando el software Solidwork.

3.2 Diseño Eléctrico

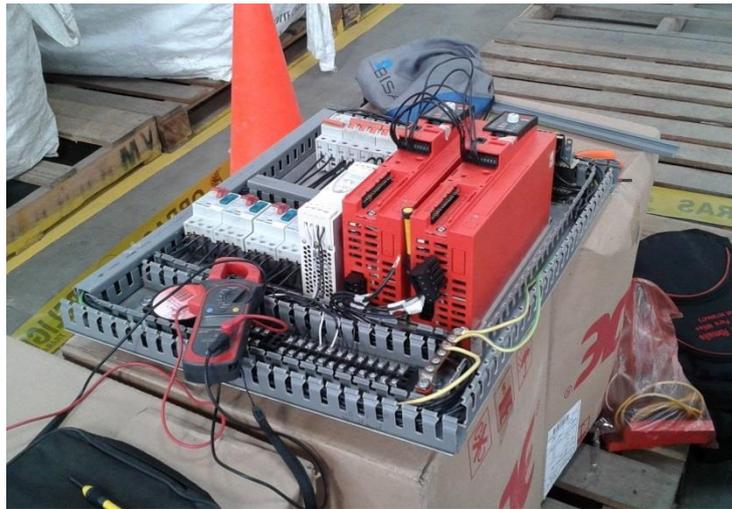
El diseño eléctrico que se realizó es para la activación de los siguientes actuadores, 4 manorreductores y una electroválvula, éstas fueron instaladas en la máquina lavadora de envases.

La empresa SEW EURODRIVE fue proveedor de los 4 motorreductores, 2 unidades de 1HP (0.75KW) y 2 unidades de 1.5HP (1.1KW), brindando asesoría para determinar la potencia necesaria y relación de la entrada y salida de los reductores, también proveen de 2 variadores de la marca MOVITRAC de 4HP (3KW), que no

solo controla la velocidad de los motorreductores, sino también tiene incorporado un controlador básico de limitadas entradas y salidas, pero muy útiles para las funciones que se necesita implementar. Así también la pantalla táctil HMI (Interfaz Hombre Máquina) con puerto de comunicación a los variadores que trabajan en modo Maestro – Esclavo.

Los accesorios del tablero eléctrico se obtuvieron teniendo en cuenta la protección de los equipos y considerando las dimensiones del tablero que teníamos a disposición.

Figura 49. Instalación de componentes eléctricos.

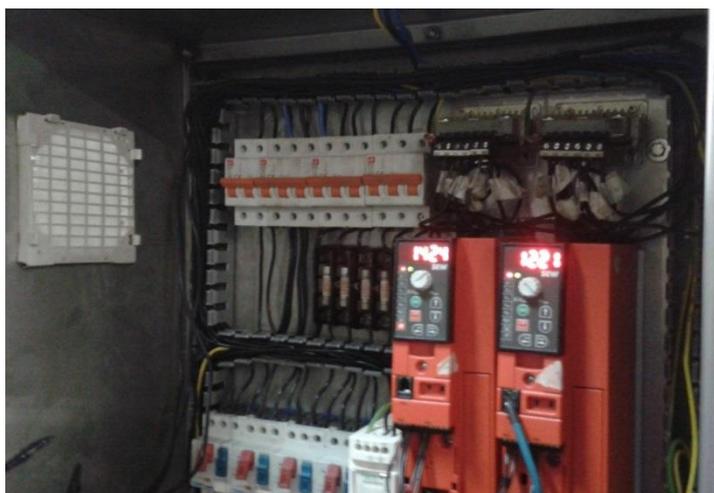


Fuente: Intecpack S.A.C.

3.2.1 Esquema eléctrico en Auto CAD

El esquema eléctrico se trabajó en AutoCAD previamente antes de montar los actuadores, sensores y dispositivos adquiridos, para evaluar la disposición de los espacios y distribución del cableado de fuerza y control.

Figura 50. Instalación del tablero del Rinser.



Fuente: Intecpack S.A.C.

3.2.1.1 Esquema Eléctrico de Fuerza

El esquema eléctrico de fuerza contiene diferentes niveles, que se separan para entender la operatividad inmediata de cada componente.

Nivel 1: Se instaló un Interruptor termomagnético General (ITM 3) para prender o apagar todo el tablero en fuerza o control.

Nivel 2: Los siguientes interruptores termomagnéticos son el ITM 4 que alimenta la pantalla táctil, el ITM 1 para el variador 1 y el ITM 2 para el variador 2.

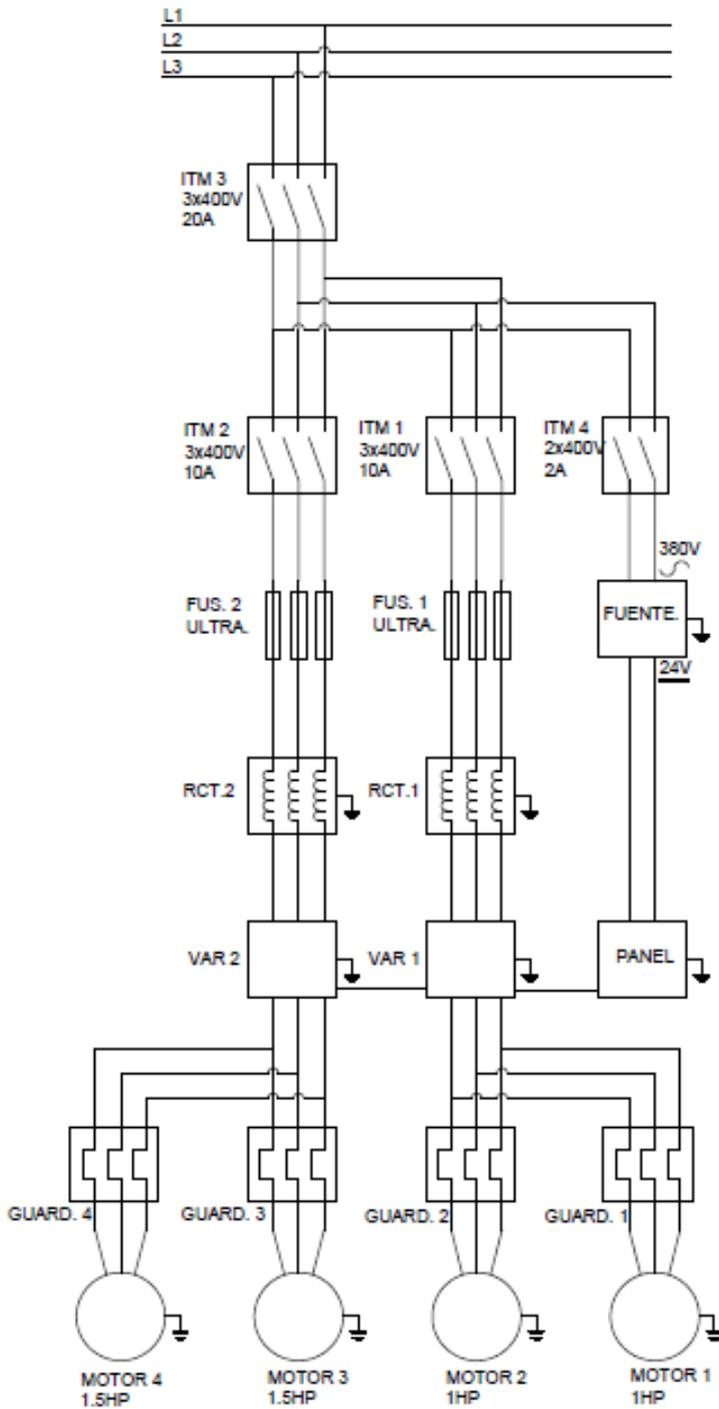
Nivel 3: Los fusibles ultrarrápidos para protección de los variadores.

Nivel 4: Las reactancias para reducir los armónicos.

Nivel 5: Cada variador controla la velocidad de dos motorreductores en conexión paralela. El variador 1 de 4HP para motorreductores 1 y 2 de 1HP cada uno; y variador 2 de 4HP para motorreductores 3 y 4 de 1.5HP cada uno.

Nivel 6: Los guardamotores dispositivos eléctricos que protegen a los motores.

Figura 51. Esquema eléctrico de Fuerza.



- ITM 3: Interruptor General
- ITM 1: Interruptor de la línea del variador 1
- ITM 2: Interruptor de la línea del variador 2
- ITM 4: Interruptor del Panel
- FUS. 1: Fusible ultrarrápido de la línea del variador 1
- FUS. 2: Fusible ultrarrápido de la línea del variador 2
- REACT. 1: Reactancia de la línea del variador 1
- REACT. 2: Reactancia de la línea del variador 2
- VAR. 1: Variador 1 - 4HP
- VAR. 2: Variador 2 - 4HP
- GUARD. 1: Guardamotor de la línea del variador 1
- GUARD. 2: Guardamotor de la línea del variador 1
- GUARD. 3: Guardamotor de la línea del variador 2
- GUARD. 4: Guardamotor de la línea del variador 2
- MOTOR 1: Motor trifásico - 1 HP 380V 2A conexión Estrella-Estrella
- MOTOR 2: Motor trifásico - 1 HP 380V 2A conexión Estrella-Estrella
- MOTOR 3: Motor trifásico - 1.5 HP 380V 2.6A conexión Estrella-Estrella
- MOTOR 4: Motor trifásico - 1.5 HP 380V 2.6A conexión Estrella-Estrella

Fuente: Elaboración propia usando el software AutoCAD.

Figura 52. Motorreductor instalado en transportador.



Fuente: Intepack S.A.C.

Tabla 14. Características de Motorreductores.

ITEM	MOTOREDUCTOR 1.5HP (2 unid)	MOTOREDUCTOR 1HP (2 unid)
DENOMINACIÓN DE CATÁLOGO	SAF67 DRS80M4	SA47/T DRS80S4
Potencia motor [HP]	1.5 HP	1 HP
Vel. Salida calculada	26 rpm	39 rpm
Par de Salida	325 Nm	147 Nm
Factor de servicio	1.45	1.05
Indice reduccion total	65.63	44.22
tension de motor	440 V	440 V
Frecuencia	60 Hz	60 Hz

Fuente: SEW.

Tabla 15. Características de Variadores.

ITEM	CONVERTIDOR 4HP (2 unid)
MODELO	MOVITRAC 07B
DENOMINACIÓN DE CATALOGO	MC07B0030-5A3-4-00
DATOS DE ENTRADA DEL VARIADOR	
Tension nominal de la red	3 x AC 380 # 500 V
Frecuencia nominal de la red	50/60 Hz 5%
Corriente nominal de entrada	AC 6.3 Amp
DATOS DE SALIDA DEL VARIADOR	
Potencia del motor recomendado	4.0 HP
Corriente nominal de salida	AC 7.0 Amp.
Puesta en marcha desde panel o PC	
01 Entrada analogica , 06 entradas digitales, 02 salidas digitales programable y 01 salida rele programable.	

Fuente: SEW.

3.2.1.2 Esquema Eléctrico de Control

El control de los dispositivos se trabajó en un entorno estándar de 24 voltios DC, con un soporte de energía de una fuente externa para prender al Panel HMI que consume 2 Amperios y con la fuente interna de los variadores no llegaba a esas características.

Se Instaló 2 sensores, un difuso y un inductivo, éstos sensores en la entrada y salida secuencialmente de la máquina lavadora.

El modo que trabaja este sistema es el siguiente:

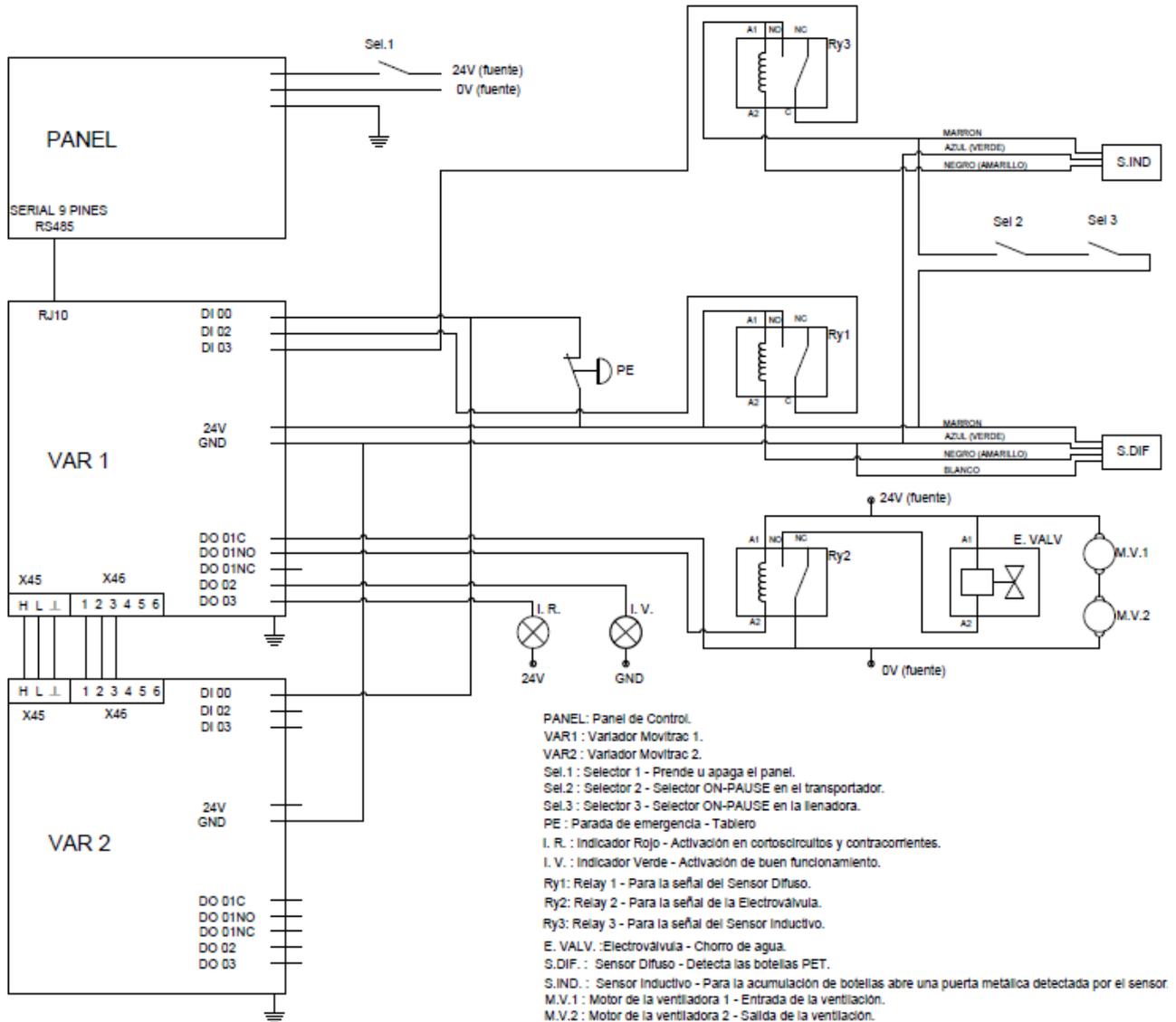
- El **sensor difuso** se usa para detectar los envases que viajan en el transportador de ingreso, cabe resaltar que los transportadores de ingreso y salida se activan al prender la máquina lavadora desde el tablero, quiere decir que ni bien se coloque un envase en la línea de entrada éste será detectado por el sensor y activará los motorreductores de las cadenas Gripper y la electroválvula del agua tratada por un tiempo determinado, según el tipo de formato que se esté utilizando.
- El **sensor inductivo** se usó para detectar una acumulación de envases en la salida del transportador, se debe a que las velocidades de producción pueden llegar a ser diferentes y por efecto los envases se acumulan. La puerta metálica se abre por la acumulación y es allí cuando deja de activarse los morreductores de la cadena Gripper (dejará de producir la maquina momentáneamente hasta que la puerta se cierre), éste estado la máquina se llama modo pause.
- Se instaló una **parada de emergencia** con señal de entrada al controlador en función a una rápida desactivación del trabajo de la máquina en caso de que exista algún problema a nivel de seguridad en caso de un atrancamiento, accidente o emergencia.

En función a la salida de control se tiene la electroválvula, indicadores Verde y Rojo. El modo que funciona es el siguiente:

- La **electroválvula** que al activarse, dará paso al agua tratada a alta presión para el lavado temporizado de los diferentes tipos de envases.
- El **indicador Verde** es un foco que se prenderá cuando la máquina esté en funcionamiento.

- El **indicador Rojo** es un foco que se prendera cuando la máquina este presentando un fallo por baja tensión, sobrecarga, cortocircuito o falla en el variador.

Figura 53. Esquema eléctrico de Control.



Fuente: Elaboración propia usando el software AutoCAD.

3.2.2 Montaje de componentes en el tablero eléctrico

El montaje de los componentes eléctricos forma parte de la ubicación de los mismos y es por tanto la importancia de protección de cada uno de ellos, instalado en el tablero o fuera de él, todos los componentes y dispositivos mencionados anteriormente en el esquema eléctrico, se ubican dentro del tablero con excepción de los sensores, la electroválvula y los motorreductores, que por su uso determinado se ubican en la máquina.

Figura 54. Componentes en el tablero eléctrico.



Fuente: Intecpack S.A.C.

Se resalta que todos los componentes eléctricos fuera de la máquina están protegidos, aislados en el caso de los sensores y con guardas en caso de la electroválvula y motorreductores.

En un enfoque al diseño del tablero se tiene una medida proporcional a la máquina en la que se montó los componentes y dispositivos eléctricos mencionados en los esquemas de fuerza y control asiendo que estos no tengan ningún tipo de problemas por los armónicos que generan los variadores a los dispositivos eléctricos.

3.2.3 Configuración de Variador Movitrac 07B

Previamente para un buen funcionamiento del Variador se necesita conocer parte de sus componentes, cada uno tiene unas funciones específicas e importantes que se necesitan conocer y configurar al momento de la instalación.

3.2.3.1 Consola de programación FBG11B

Es un Drive de programación del variador Movitrac 07B, ubicada en la parte frontal del variador, se puede utilizar para un diagnóstico del variador, indica las variables del proceso y estado de forma sencilla y contiene un menú intuitivo para hacer arranques de forma fácil de motorreductores SEW y no SEW.

Figura 55. Consola de programación FBG11B.



Fuente: SEW.

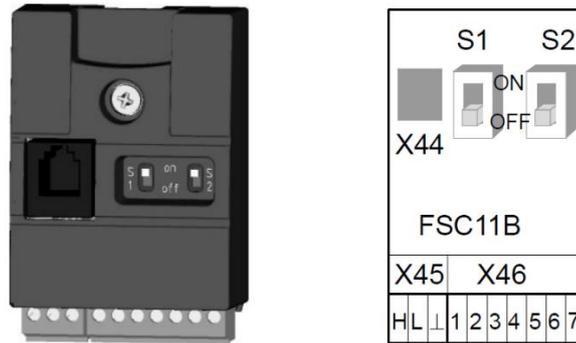
- **UP/DOWN** sirven para seleccionar los símbolos y modificar valores
- **OUTER/ENTER** sirven para activar y desactivar los símbolos o los menús de los parámetros
- **RUN** sirve para hacer el arranque de la acción seleccionada.
- **STOP/RESET** sirve para resetear los fallos y para detener la acción seleccionada.

3.2.3.2 Módulo de comunicación FSC11B

Permite conectar la interface de comunicación entre el variador a una consola de programación para establecer la funcionalidad de entradas y salidas en el variador; también a un panel por medio de una bornera RJ10(X44), la interfaz usada es un RS485.

El X44 y X45 están conectadas en paralelo en FSC, instalación de servicio.

Figura 56. Módulo de comunicación FSC11B.



Fuente: SEW.

3.2.3.3 Consola de programación DBG30B

Indicaciones de los valores proceso y las indicaciones de estado.

Indicadores de estado de entradas y salidas binarias.

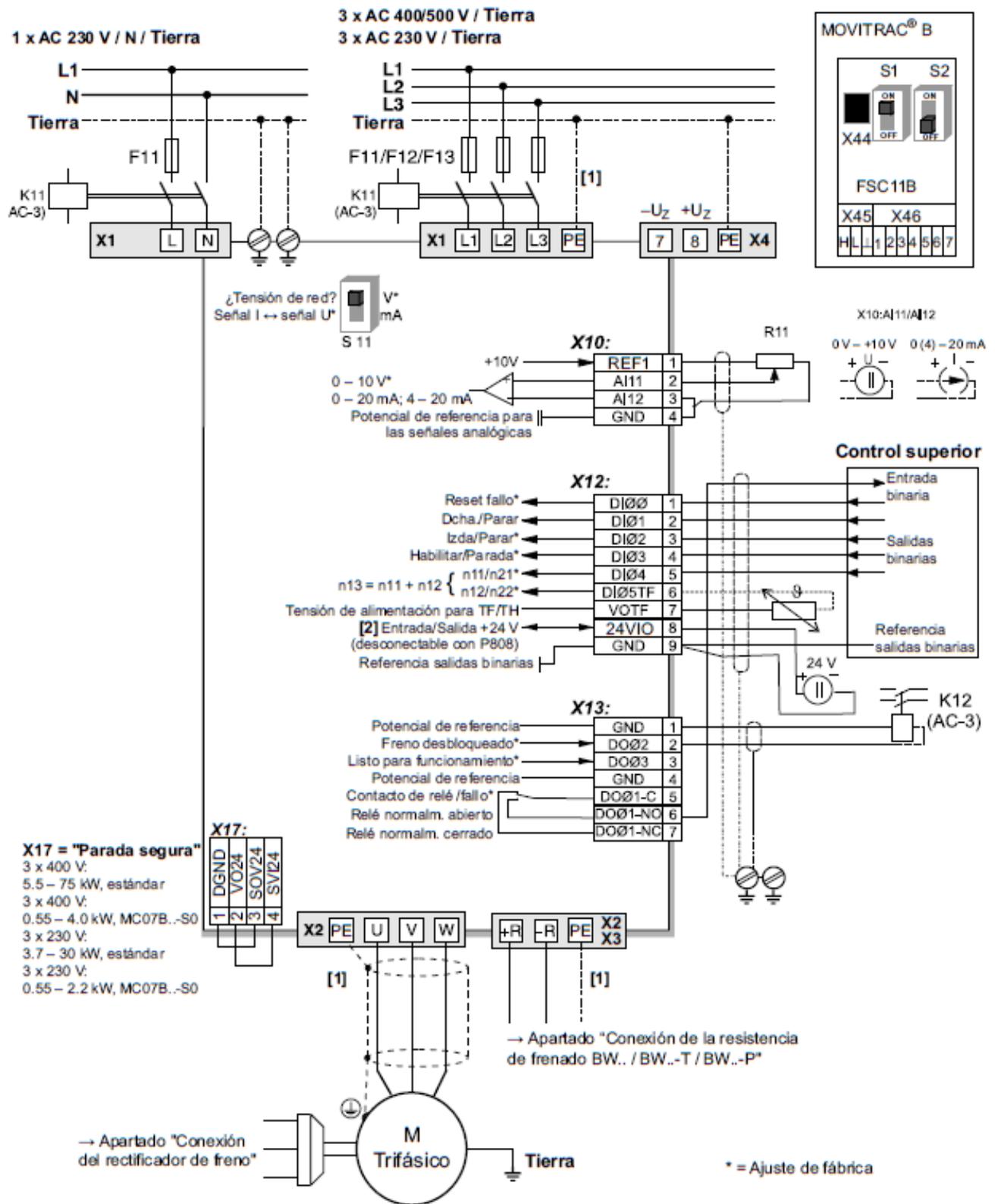
Indicaciones de ajuste de parámetros y consultas de la memoria de fallos.

Figura 57. Consola de programación DBG30B.



Fuente: SEW.

Figura 58. Esquema de conexiones.

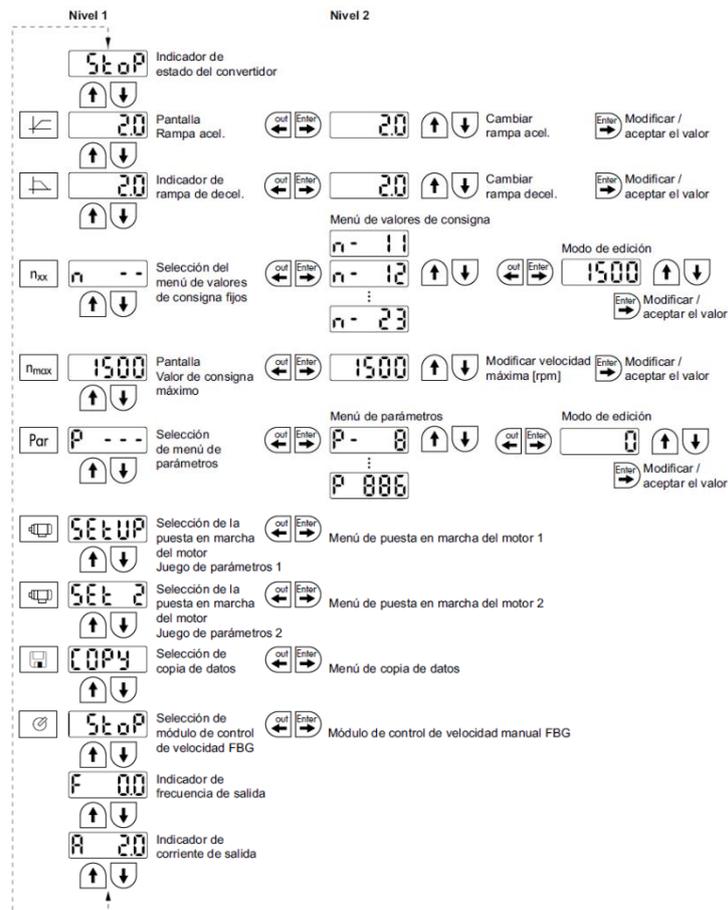


Fuente: SEW.

3.2.3.4 Manejo de la consola de programación FBG11B

Los variadores tuvieron las siguientes programaciones usando la tabla 10 y calculando los RPM de salida de los motores son 1707 RPM para Variador 1 y 1725 RPM para variador 2.

Figura 59. Uso de la consola de programación FBG11B.



Fuente: SEW.

3.2.4 Distribución del cableado de componentes

La acometida que llega a la máquina lavadora es de una red trifásica de 380 VAC y se toma en cuenta a la hora de seleccionar los cables, las características físicas de protección en caso de sobrecarga y/o corto circuito. Se utiliza cable AWG 12 para la distribución del cableado del esquema eléctrico de fuerza y AWG 18 para la distribución del cableado del esquema eléctrico de control. Así también se usó cable vulcanizado para conectar eléctricamente a los componentes que no estaban en

tablero, para protección de los mismos se usó manguera flexible para recubrir todo el cableado y terminales apropiados para las borneras de conexiones.

A nivel de protección el tablero cuenta con una barra de cobre donde se conectó todos los puntos de tierra de todos los dispositivos independizando la tierra de control con la tierra del esquema de fuerza.

Figura 60. Imagen del tablero y la máquina lavadora.



Fuente: Intecpack S.A.C.

3.3 Diseño de Control

Se utilizó la lógica de control interna de los variadores MOVITRAC 07B que cuentan con accesibilidad de programación y comunicación Maestro – Esclavo entre variadores de la misma gama con comunicación RS485.

La comunicación entre el controlador y el HMI es por comunicación RS485 al Variador Maestro.

3.3.1 RS485 MAESTRO

La función Maestro – esclavo da la posibilidad de realizar funciones automáticas como vincular parámetros para sincronizar velocidades. La comunicación de interface RS485.

Figura 61. Conexión Maestro - Esclavo entre variadores.

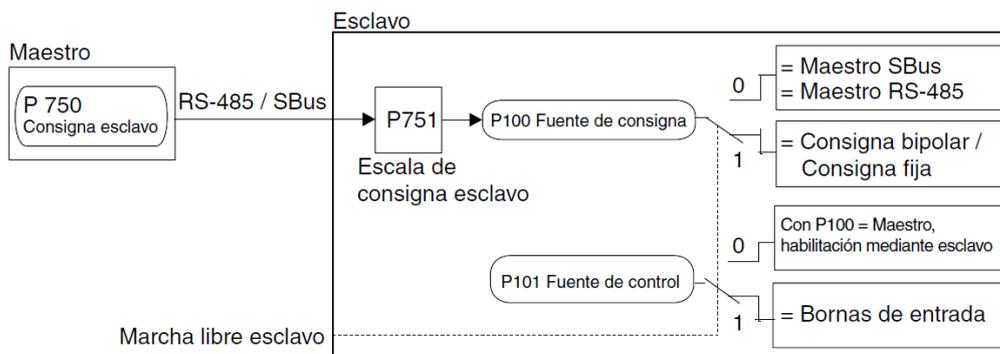


Fuente: Intecpack S.A.C.

En el esclavo se asigna los datos de proceso de forma automática de la siguiente forma:

- PO1-Palabra de control 1
- PO2-Velocidad
- PO3- IPOS PO-data
- P11- Palabra estado 1
- P12- Velocidad
- P13- IPOS PI-Data

Figura 62. Funcionalidad de Interfaz Maestro - Esclavo



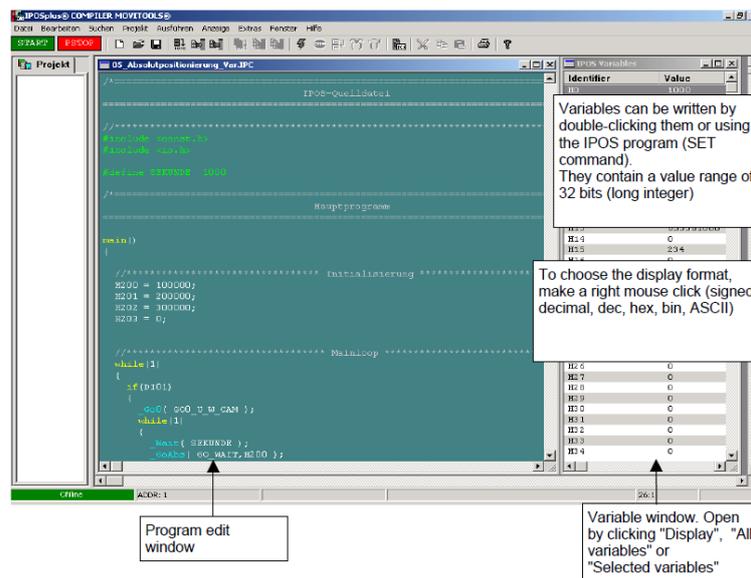
Fuente: SEW.

3.3.2 IPOS COMPILER

El IPOS COMPILER es un software de programación independiente, similar al C/C++ permite la definición de variables al inicio y transcurso del proyecto, desplazamiento y control de comandos, comunicación con el sistema de control maestro.

Este programa fue usado en la máquina lavadora por medio del controlador integrado en el Variador.

Figura 63. Ejemplo de programación IPOS Compiler.



Fuente: SEW.

3.3.3 HMI

La pantalla HMI que se usó es una **DOP 11C40**, que está en funcionamiento por una fuente de alimentación de 24 VDC. Esta Interfaz Hombre - Máquina permite una manipulación de forma sencilla e intuitiva el funcionamiento de la máquina ya sea en modo manual o automática.

Se utilizó el modo manual como prueba para verificar el funcionamiento de actividad de cada salida del controlador del variador como los transportadores de cadena Tab y los transportadores de cadena Gripper.

Se utilizó el modo automático para graduar las velocidades de acuerdo a los parámetros que se necesita para cada receta creada por formato de envases que existe en línea de producción.

Figura 64. Imagen de la Pantalla HMI en el tablero.



Fuente: Intecpack S.A.C.

3.3.4 Control de variador

Los 2 variadores utilizados están en comunicación Maestro – esclavo compartiendo salidas y entradas de sus controladores y poniendo en un mismo punto los GND para cerrar circuito.

Figura 65. Entradas y salidas de los controladores.



Fuente: Intecpack S.A.C.

3.3.5 Cálculo de Proceso de Control

Para el cálculo de los factores de control en la máquina, es importante tener las características de cada formato, como ejemplo para el formato de 500mL se tiene como datos su velocidad de producción y su diámetro. Se busca alinear la velocidad de los motores, también deben estar en función a revoluciones y minutos.

Los piñones para cadenas Gripper y TAB se montan a los motores; el diámetro de los piñones más la distancia al envase da el diámetro extendido del Gripper y TAB. Se usa el diámetro extendido para hallar el recorrido por revolución.

$$\text{Recorrido} \left(\frac{\text{mm}}{\text{rev}} \right) = \pi \times \text{diam. ext. piñon}$$

La velocidad lineal es el resultado de la velocidad producción por el diámetro de la botella, teniendo en cuenta que las botellas ingresan y salen juntas de la máquina.

$$\text{Vel. Lineal} \left(\frac{\text{mm}}{\text{min}} \right) = \text{Vel. prod} \left(\frac{\text{bot}}{\text{min}} \right) \times \text{diam. bot}(\text{mm})$$

La velocidad del motorreductor es la división de la velocidad lineal y el recorrido.

$$\text{Vel. Motorreductor} \left(\frac{\text{rev}}{\text{min}} \right) = \frac{\text{Vel. Lineal} \left(\frac{\text{mm}}{\text{min}} \right)}{\text{Recorrido} \left(\frac{\text{mm}}{\text{rev}} \right)}$$

La velocidad del motor es la multiplicación del reductor y la velocidad del motorreductor.

$$\text{Vel. Motor} \left(\frac{\text{rev}}{\text{min}} \right) = I \times \text{Vel. Motorreductor} \left(\frac{\text{rev}}{\text{min}} \right)$$

El Factor se usa con la siguiente formula donde 100000 es una constante.

$$\text{Factor} = \frac{\text{Vel. Motor} \left(\frac{\text{rev}}{\text{min}} \right) \times 100000}{\text{Vel. prod} \left(\frac{\text{bot}}{\text{min}} \right)}$$

El Factor Real es la multiplicación del ajuste y el factor. El ajuste es un número constante que se obtuvo en base a las pruebas en planta y aplica para todos los formatos.

$$\text{Factor Real} = \text{Ajuste} \times \text{Factor}$$

Tabla 16. Formato 500mL – Cálculo del proceso de control (revoluciones y factores).

Formato (mL)	Velocidad (bot/min)	Diámetro de botella (mm)					
500	185	63					
Piñon de cadenas Gripper							
Diámetro ext.1 (mm)	pi	Recorrido por rev (mm/rev)					
274.40	3.14	862.06					
Motor de cadenas Gripper							
Velocidad lineal (mm/min)	bot /rev	Motorreductor(rev/min)	I	Motor(rev/min)	Factor Gripper	Ajuste	Factor Gripper real
11655.00	13.68	13.52	65.63	887.32	47963	1.623	77832
Piñon de cadenas TAB							
Diámetro ext.2(mm)	pi	Recorrido por rev (mm/rev)					
156.00	3.14	490.09					
Motor de cadenas TAB (Trasportador)							
Velocidad lineal (mm/min)	bot /rev	Motorreductor(rev/min)	I	Motor(rev/min)	Factor Transp.	Ajuste	Factor Transp. real
11655.00	7.78	23.78	44.22	1051.61	56844	1.174	66714

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17. Formato 650mL – Cálculo del proceso de control (revoluciones y factores).

Formato (mL)	Velocidad (bot/min)	Diámetro de botella (mm)					
625	180	67					
Piñon de cadenas Gripper							
Diámetro ext.1 (mm)	pi	Recorrido por rev (mm/rev)					
274.40	3.14	862.06					
Motor de cadenas Gripper							
Velocidad lineal (mm/min)	bot /rev	Motorreductor(rev/min)	I	Motor(rev/min)	Factor Gripper	Ajuste	Factor Gripper real
12060.00	12.87	13.99	65.63	918.15	51008	1.623	82774
Piñon de cadenas TAB							
Diámetro ext.2(mm)	pi	Recorrido por rev (mm/rev)					
156.00	3.14	490.09					
Motor de cadenas TAB (Trasportador)							
Velocidad lineal (mm/min)	bot /rev	Motorreductor(rev/min)	I	Motor(rev/min)	Factor Transp.	Ajuste	Factor Transp. real
12060.00	7.31	24.61	44.22	1088.15	60453	1.174	70949

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18. Formato 1000mL – Cálculo del proceso de control (revoluciones y factores).

Formato (mL)	Velocidad (bot/min)	Diámetro de botella (mm)					
1000	150	81					
Piñon de cadenas Gripper							
Diámetro ext.1 (mm)	pi	Recorrido por rev (mm/rev)					
274.40	3.14	862.06					
Motor de cadenas Gripper							
Velocidad lineal (mm/min)	bot /rev	Motorreductor(rev/min)	I	Motor(rev/min)	Factor Gripper	Ajuste	Factor Gripper real
12150.00	10.64	14.09	65.63	925.00	61667	1.623	100070
Piñon de cadenas TAB							
Diámetro ext.2(mm)	pi	Recorrido por rev (mm/rev)					
156.00	3.14	490.09					
Motor de cadenas TAB (Trasportador)							
Velocidad lineal (mm/min)	bot /rev	Motorreductor(rev/min)	I	Motor(rev/min)	Factor Transp.	Ajuste	Factor Transp. real
12150.00	6.05	24.79	44.22	1096.28	73085	1.174	85775

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19. Formato 1300mL – Cálculo del proceso de control (revoluciones y factores).

Formato (mL)	Velocidad (bot/min)	Diámetro de botella (mm)						
1300	120	86						
Piñon de cadenas Gripper								
Diámetro ext.1 (mm)	pi	Recorrido por rev (mm/rev)						
274.40	3.14	862.06						
Motor de cadenas Gripper								
Velocidad lineal (mm/min)	bot /rev	Motorreductor(rev/min)	I	Motor(rev/min)	Factor Gripper	Ajuste	Factor Gripper real	
10320.00	10.02	11.97	65.63	785.68	65474	1.623	106247	
Piñon de cadenas TAB								
Diámetro ext.2(mm)	pi	Recorrido por rev (mm/rev)						
156.00	3.14	490.09						
Motor de cadenas TAB (Trasportador)								
Velocidad lineal (mm/min)	bot /rev	Motorreductor(rev/min)	I	Motor(rev/min)	Factor Transp.	Ajuste	Factor Transp. real	
10320.00	5.70	21.06	44.22	931.16	77596	1.174	91069	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20. Formato 1700mL – Cálculo del proceso de control (revoluciones y factores).

Formato (mL)	Velocidad (bot/min)	Diámetro de botella (mm)						
1700	100	93						
Piñon de cadenas Gripper								
Diámetro ext.1 (mm)	pi	Recorrido por rev (mm/rev)						
274.40	3.14	862.06						
Motor de cadenas Gripper								
Velocidad lineal (mm/min)	bot /rev	Motorreductor(rev/min)	I	Motor(rev/min)	Factor Gripper	Ajuste	Factor Gripper real	
9300.00	9.27	10.79	65.63	708.03	70803	1.623	114895	
Piñon de cadenas TAB								
Diámetro ext.2(mm)	pi	Recorrido por rev (mm/rev)						
156.00	3.14	490.09						
Motor de cadenas TAB (Trasportador)								
Velocidad lineal (mm/min)	bot /rev	Motorreductor(rev/min)	I	Motor(rev/min)	Factor Transp.	Ajuste	Factor Transp. real	
9300.00	5.27	18.98	44.22	839.12	83912	1.174	98482	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21. Formato 3300mL – Cálculo del proceso de control (revoluciones y factores).

Formato (mL)	Velocidad (bot/min)	Diámetro de botella (mm)						
3300	50	122						
Piñon de cadenas Gripper								
Diámetro ext.1 (mm)	pi	Recorrido por rev (mm/rev)						
274.40	3.14	862.06						
Motor de cadenas Gripper								
Velocidad lineal (mm/min)	bot /rev	Motorreductor(rev/min)	I	Motor(rev/min)	Factor Gripper	Ajuste	Factor Gripper real	
6100.00	7.07	7.08	65.63	464.41	92881	1.623	150723	
Piñon de cadenas TAB								
Diámetro ext.2(mm)	pi	Recorrido por rev (mm/rev)						
156.00	3.14	490.09						
Motor de cadenas TAB (Trasportador)								
Velocidad lineal (mm/min)	bot /rev	Motorreductor(rev/min)	I	Motor(rev/min)	Factor Transp.	Ajuste	Factor Transp. real	
6100.00	4.02	12.45	44.22	550.39	110079	1.174	129191	

Fuente: Elaboración propia.

3.4 Transporte

Todos los componentes mecánicos ya sea parte de estructura inoxidable, perfiles inoxidables, plásticos y dispositivos eléctricos son adquiridos por proveedores de Intepack S.A.C. Que constantemente brindan servicio de materiales para todos los trabajos que realiza para sus mantenimientos o servicios.

Es así que todos los trabajos de los materiales en máquina torno y fresadora se realizaron en el taller de la empresa, ubicado en la ciudad de Lima. Todos los componentes fueron ensamblados en el taller de la empresa y con disposición de hacer pruebas básicas para su salida al cliente.

El transporte de la máquina lavadora como producto terminado se realizó vía terrestre con un peso aproximado de 1800 Kg desde la ciudad de Lima a la Ciudad de Pucallpa.

3.5 Modo de Funcionamiento

Se tiene en la pantalla del Panel HMI una distribución amigable de fácil entendimiento para el usuario “operador” en el cual muestra 4 presentaciones: Automático, manual, parámetros y fallas. A continuación pondremos como se muestran y sus demás características.

Figura 66. Imagen de primeras pruebas de funcionamiento.



Fuente: Intepack S.A.C.

3.5.1 Modo automático

En este modo permite introducir la cantidad de botellas por minutos que se desea trabajar, en producción se puede aumentar o bajar la cantidad según sea las necesidades que se adecúen a cada formato en producción.

Figura 67. Imagen de pantalla modo automático.



Fuente: Intecpack S.A.C.

3.5.1.1 Grupo de formatos

Permite cargar, guardar o eliminar formatos según los parámetros ingresados en la receta. Los formatos creados según las necesidades pueden ser modificados.

Figura 68. Imagen de grupo de formato.



Fuente: Intecpack S.A.C.

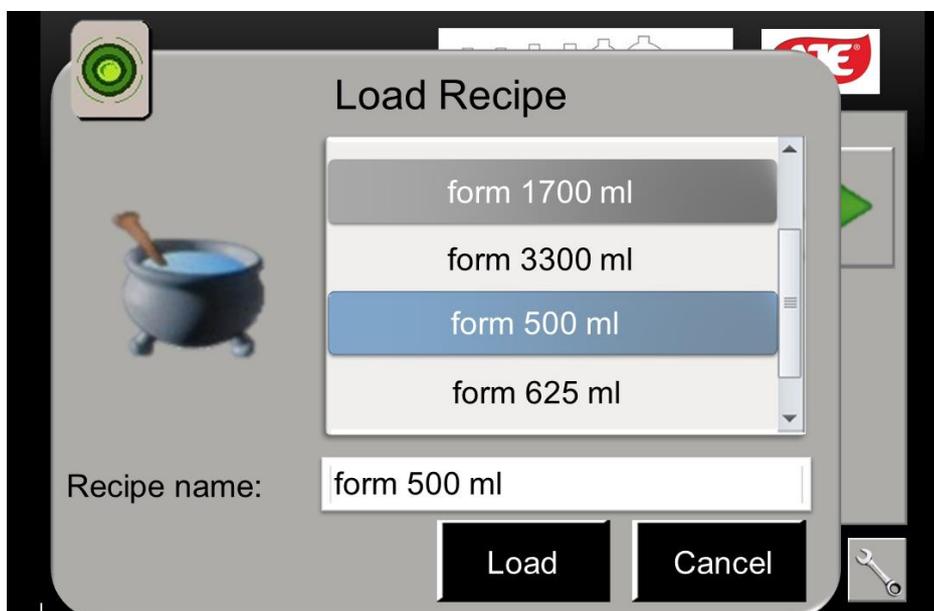
3.5.1.1.1 Cargar

Se puede cargar cualquier receta creada, iniciando así las pruebas de estos 6 formatos, que describen la cantidad de volumen del producto.

- Form 500 ml
- Form 625 ml
- Form 1000 ml
- Form 1300 ml
- Form 1700 ml
- Form 3300 ml

Se escoge el formato y se pondrá de color azul, luego presionar **Load** y cargará la información con los parámetros que corresponde al formato elegido.

Figura 69. Imagen para cargar formato.



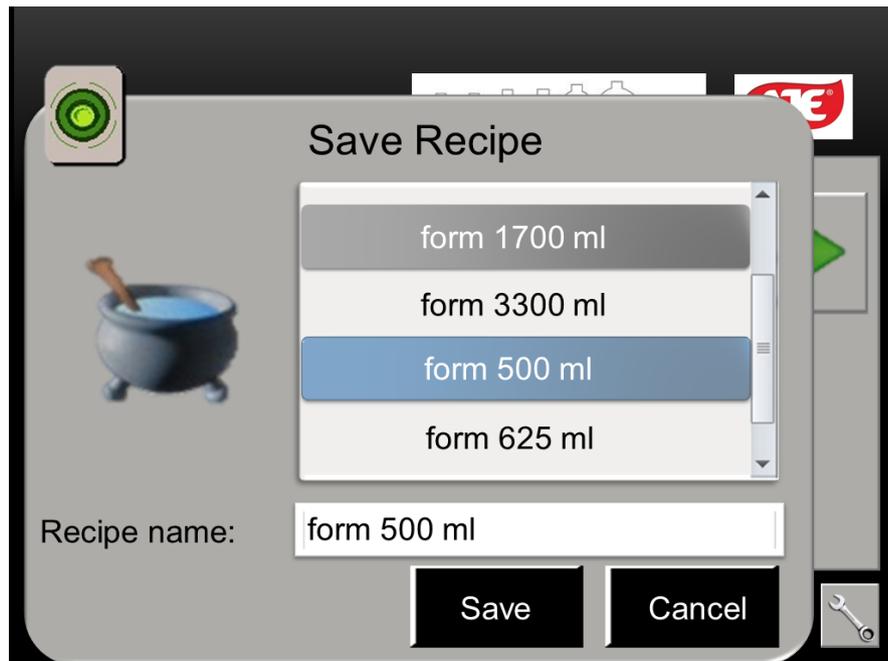
Fuente: Intepack S.A.C.

3.5.1.1.2 Guardar

Cuando se requiere guardar alguna modificación en la cantidad de **botellas por minutos** o en los **parámetros**, se tiene que seleccionar el formato que se va modificar, se pondrá de color azul y luego presionar el icono **Save**.

En el caso de crear un nuevo formato, realizar los mismos pasos y al aparecer la ventana **Save Recipe** no seleccionar ningún formato, sino escribir en **Recipe Name** el formato creado y presionar **Save**.

Figura 70. Imagen para guardar formato.



Fuente: Intecpack S.A.C.

3.5.1.1.3 Eliminar

Se selecciona el formato obsoleto, que no se va disponer o el formato no deseado; se pondrá de color azul luego presionar **Delete**.

Figura 71. Imagen para eliminar formato.



Fuente: Intecpack S.A.C.

3.5.1.2 Grupo de mando

Se presiona cualquiera de estas dos opciones para iniciar o parar la puesta en marcha de un formato.

Figura 72. Imagen de stop y arranque desde el Panel.



Fuente: Intecpack S.A.C.

3.5.1.2.1 Arranque

Al presionar la imagen triangular de color verde del ícono, se inicia el recorrido del transportador, una vez que los envases son llevados por el transportador de ingreso de la máquina, pasan por el sensor Difuso que al detectar éste activará el solenoide del chorro de agua y los motores del Gripper en un determinado transcurso de tiempo.

3.5.1.2.2 Parada

Para finalizar con el arranque se presiona el icono de color rojo de parada.

3.5.1.3 Indicadores

Permite visualizar las velocidades en botellas por minutos (bot/min) y en revoluciones por minutos (rpm), también el amperaje (amp) de cada Variador que controlan los motorreductores.

Figura 73. Imagen de indicadores de la cadena transportadora y Gripper.

	bot/min	rpm	amp
Transportador	185	1221	3
Gripper	184	1224	4

Fuente: Intecpack S.A.C.

3.5.2 Modo manual

Este modo se usa para hacer pruebas y/o una manipulación rápida para otros tipos de formatos que requieran pasar por la máquina.

También se usa para descartar fallas en los transportadores, cadenas Gripper y/o la electroválvula del chorro de agua.

Figura 74. Imagen de pantalla de modo manual.



Fuente: Intecpack S.A.C.

3.5.3 Parámetros

Son valores con los que el usuario puede calibrar las velocidades de los motores de los transportadores y los motores del Gripper y así alinear las velocidades. La relación recomendable entre factor del transportador (ft) y el factor del gripper (fg) para que se muevan a la misma velocidad es:

$$N=ft/fg=0.857$$

El valor de **Distancia para el chorro de agua** se refiere a la distancia que hay del sensor detector de envases translucido y la activación de la electroválvula para iniciar el lavado. Este valor se mantiene para todos los formatos y su modificación afecta a todos los formatos ya creados.

Figura 75. Imagen de pantalla de parámetros.



Fuente: Intecpack S.A.C.

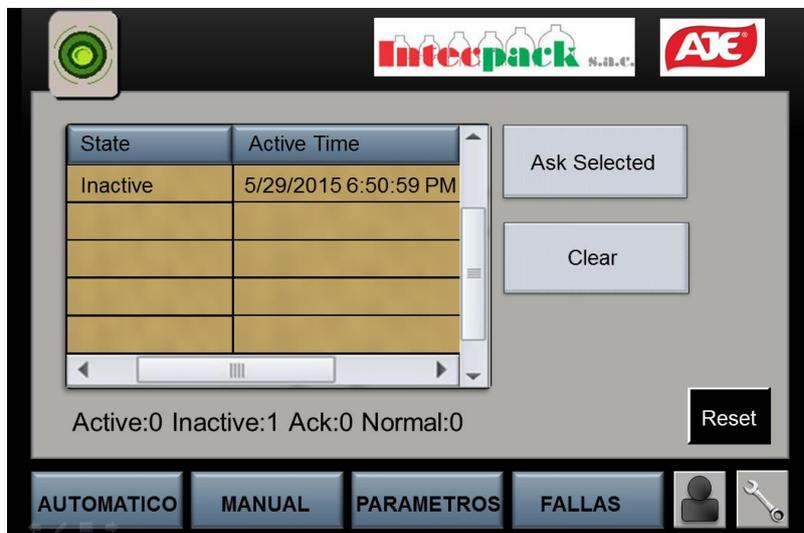
3.5.4 Fallas

Su función Principal es de dar alerta de falla, cuando hay un problema en el funcionamiento de la máquina, por ejemplo:

Contracorrente en el variador, un cortocircuito, atrancamiento u otro problema de la máquina, el led indicador verde cambiara a rojo.

Para volver a iniciar el trabajo después de haber solucionado el problema se debe presionar **Reset** y regresar en el MODO de trabajo Automático o Manual y presionar arranque.

Figura 76. Imagen de fallas e inactividad.



Fuente: Intecpack S.A.C.

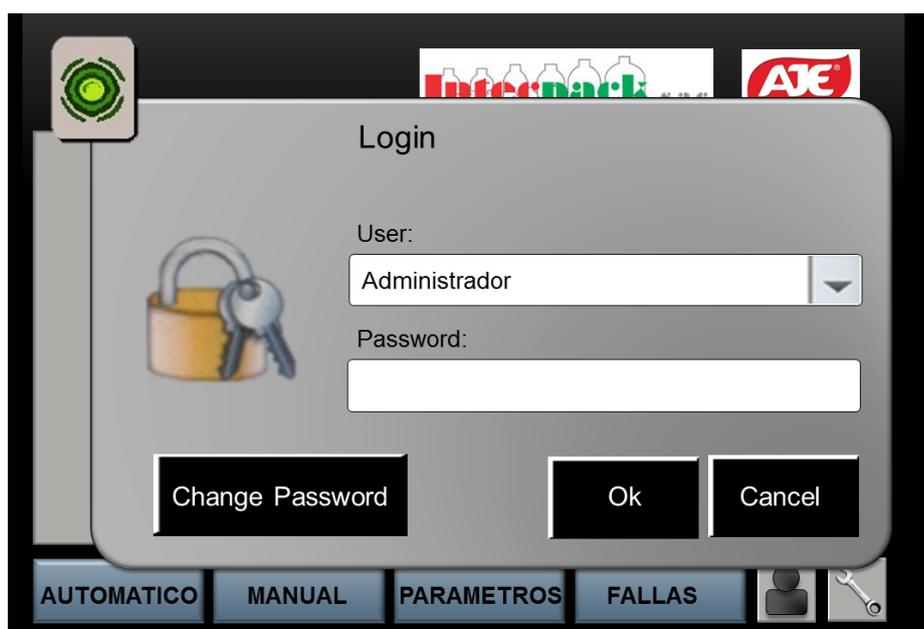
3.5.5 Modificaciones

Para hacer las modificaciones antes mencionadas, como la cantidad de botellas por minuto y parámetros; necesitamos entrar primero al icono donde muestra la figura de la sombra de un individuo, se presiona allí, se escoge el siguiente usuario y se escribe la contraseña.

User: Administrador

Password: *****

Figura 77. Usuario Administrador.



Fuente: Intecpack S.A.C.

Tabla 22. Hoja de datos de Los Formatos.

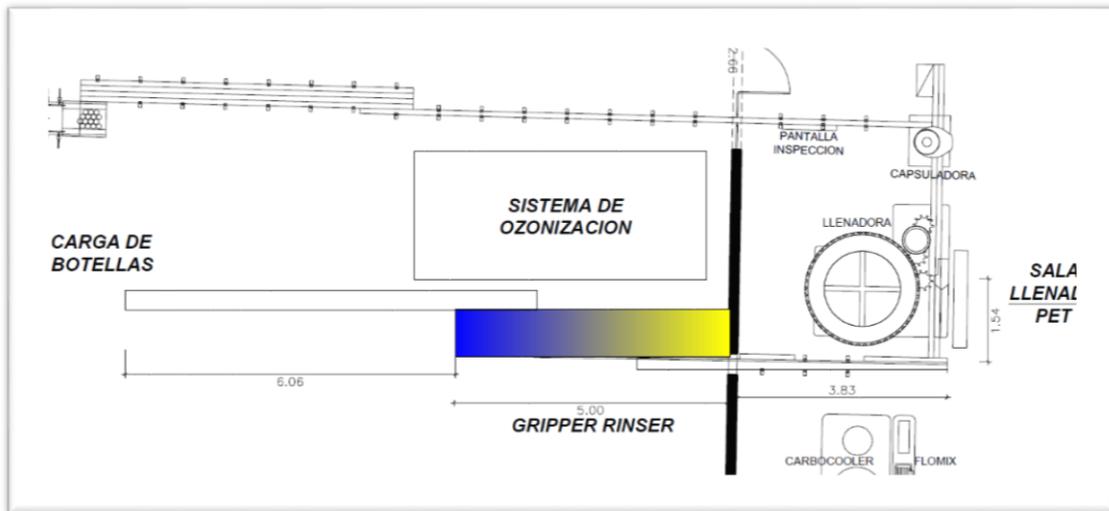
PARÁMETROS DE LA LAVADORA RINSER				
Formato (mL)	Bot/min	Diámetro de bot (mm)	Factor	Parámetro
500	180	63	Fg	77832
			Ft	66714
625	180	67	Fg	82774
			Ft	70949
1000	150	81	Fg	100070
			Ft	85775
1300	120	86	Fg	106247
			Ft	91069
1700	100	93	Fg	114895
			Ft	98482
3300	50	122	Fg	150723
			Ft	129191
Fg : Factor Gripper Ft: Factor Transportador				

Fuente: Elaboración propia.

3.6 Pruebas en Línea de producción

La máquina lavadora llegando a la ciudad de Pucallpa se puso a disposición para su instalación y pruebas con formatos en la planta de AJE. El personal de la empresa Intecpack S.A.C. y AJE trabajaron en movilizar la máquina dentro de la sala, según el plano de ubicación y la sala correspondiente a la línea de producción.

Figura 78. Layout de la línea de envasado.



Fuente: Intecpack S.A.C.

Figura 79. Imagen de pruebas finales en línea.

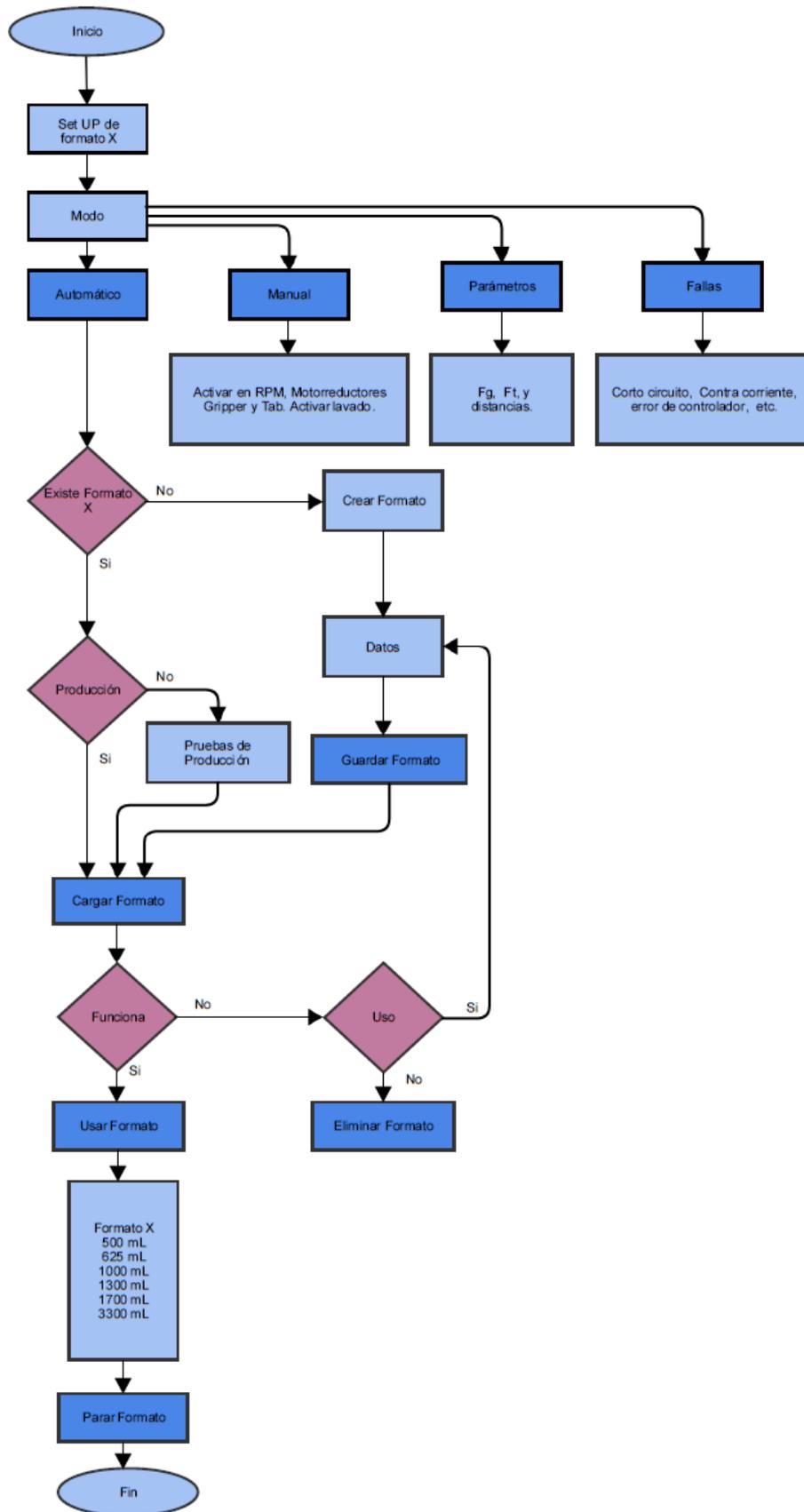


Fuente: Intecpack S.A.C.

3.7 Diagrama de Flujo de Funcionamiento

Muestra una forma sencilla de la operatividad, dando paso a la creación de nuevos formatos para nuevos productos.

Figura 80. Diagrama de Flujo del funcionamiento del Rinser.



Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO 4

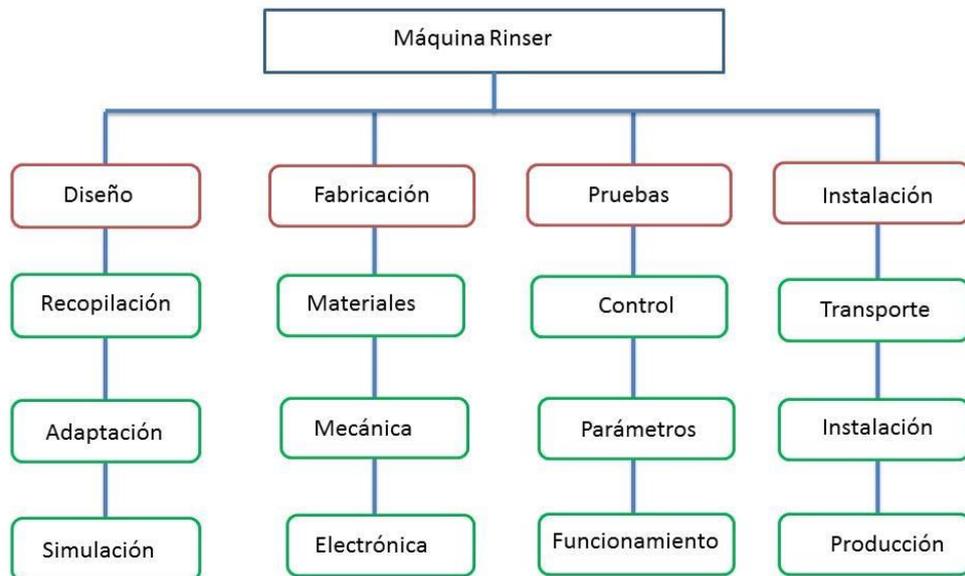
RESULTADOS

4.1 Planificación del tiempo

4.1.1 Elaboración de la WBS

Organizamos el alcance del proyecto dividiendo jerárquicamente en partes más pequeñas para representar definiciones detalladas.

Figura 81. Diagrama de la WBS.



Fuente: Elaboración propia.

Se observa el cuadro WBS que desglosa los alcances para mejorar el entendimiento y poder tener un mejor programa de control y supervisión.

4.1.1.1 Diseño

4.1.1.1.1 Recopilación

Recopilación de la información de las máquinas lavadoras de envases con similares características en el mercado interno y externo, búsqueda de diseños en internet, imágenes de simulación, fotografías y extracción de la base de datos.

4.1.1.1.2 Adaptación

Adaptación de lo que se quiere hacer, junto a la información que se encontró, realizando esquemas, medidas de piezas aproximadas, estimaciones de dimensionamiento de las partes. Importancia de las dimensiones de los formatos y el lugar de instalación.

4.1.1.1.3 Simulación

Diseño, simulación y verificación que la estructura de la máquina y sus componentes tomando en cuenta todos los requerimientos en la adaptación. Creación de planos y verificación de los mismos.

4.1.1.2 Fabricación

4.1.1.2.1 Materiales

Compra de los materiales como acero inoxidable, UHMW, Policarbonato que se usan para la máquina como visores.

Dispositivos eléctricos como, variadores, HMI y componentes eléctricos que se instalan en el tablero. El controlador tiene entradas y salida para el proceso de control en los que se conectan a los sensores, motores y la válvula.

4.1.1.2.2 Mecánica

Adquisición de los materiales cortes y dobles del acero inoxidable para soldar y fabricación de las piezas de la máquina. Montaje de las piezas. Control de calidad según el plano.

4.1.1.2.3 Eléctrico

Montaje de los dispositivos y componentes eléctricos. Verificación y cableado de los dispositivos y componentes.

4.1.1.3 Pruebas

4.1.1.3.1 Control

Control de calidad de la máquina como producto final.

Pruebas en vacío del modo manual y automático.
Pruebas con envase del modo manual y automático.

4.1.1.3.2 Parámetros

Configuración del panel de mando.
Ajuste y reajuste de los parámetros de control.

4.1.1.3.3 Funcionamiento

Puesta en funcionamientos en tramos cortos y largos de tiempos.
Verificación de buen funcionamiento.
Aprobación de calidad y buen funcionamiento de la máquina.

4.1.1.4 Instalación

4.1.1.4.1 Transporte

Peso estimado de la maquina 1800 Kg.
Transporte de la máquina desde la ciudad de Lima a la ciudad de Pucallpa.

4.1.1.4.2 Instalación

Instalación en la planta de envasado de AJE de la ciudad de Pucallpa
Detalles de montaje de acometida y estructuras.

4.1.1.4.3 Producción

Pruebas en producción.
Reajuste de parámetros para cada formato.
Puesta en marcha y entrega de la máquina.

4.1.2 Cronograma de actividades

Se presenta el cronograma de actividades, 5 meses de trabajo del proyecto, con un tiempo inicial mayor, dedicado a las coordinaciones y decisiones antes de recibir la orden de compra. (Ver anexo 1)

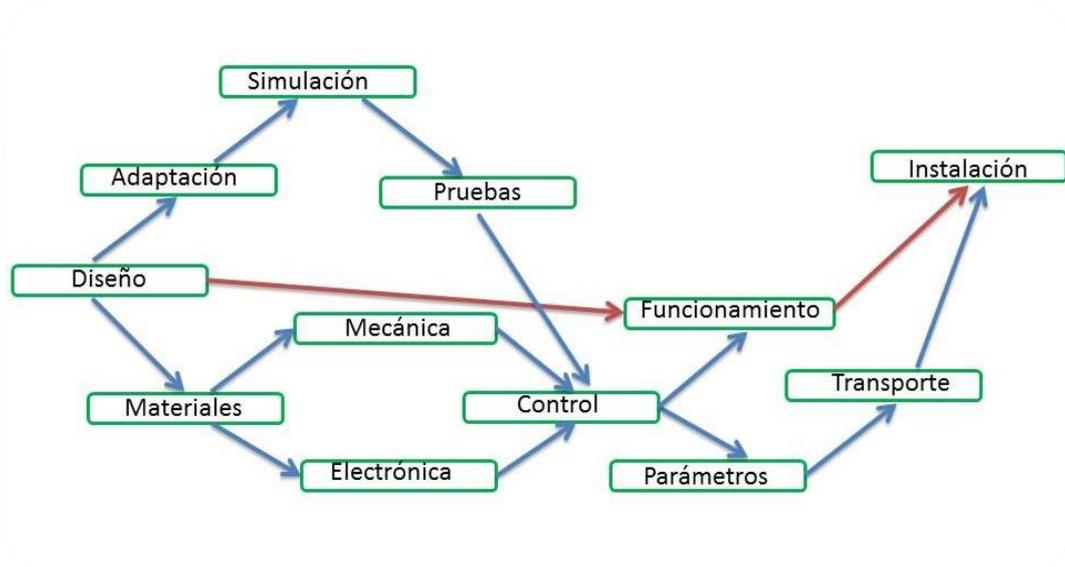
4.1.3 Tabla de Responsabilidad Gerencial

Presentamos los involucrados dentro del proyecto y su nivel de influencia y participación. (Ver anexo 2)

4.1.4 Identificación Crítica del proyecto

Desglosamiento de actividades del requerimiento inicial al final.

Figura 82. Diagrama de identificaciones críticas del proyecto.



— Ruta Crítica

Fuente: Elaboración propia.

4.2 Planificación de Calidad

4.2.1 Definición de estándares de Calidad del Producto final

El estándar de calidad de la máquina como producto final, lo detalla la empresa a la que se realiza la fabricación e instalación de la máquina lavadora en su planta. Es indispensable usar elementos no corrosivos e inoxidables como estructura, ya que se deterioraría rápidamente por el uso abundante del agua. De igual forma el estándar de máquinas de envasado se usa en la industria principalmente es el acero inoxidable.

El estándar de calidad eléctrico en la máquina está en el orden de la instalación y protección aislada de los cables, desde los motores al tablero inoxidable de control. En el tablero se usan dispositivos eléctricos de marcas conocidas para la empresa cliente, así cumpliendo las exigencias de calidad en los productos adquiridos, se garantiza el buen funcionamiento en la máquina.

4.2.2 Definición de estándares de calidad del Proyecto

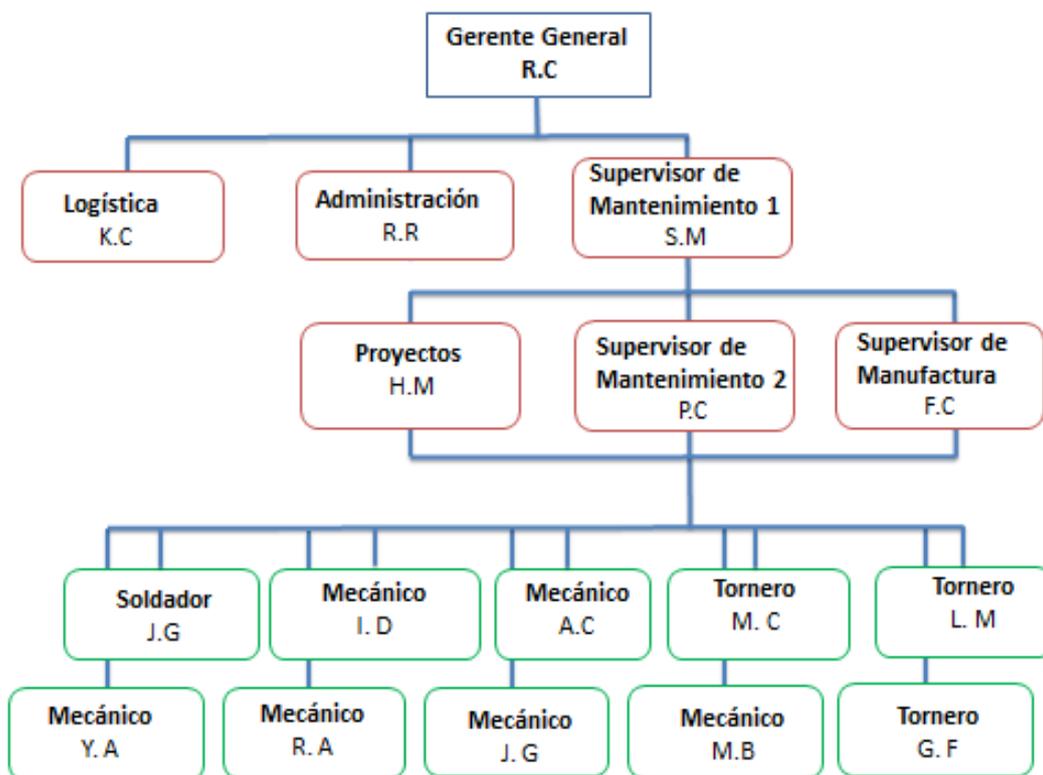
El proyecto de la máquina lavadora de envases cumple con un cronograma, exigiendo que cada fase se cumpla con los tiempos establecidos y evaluando los costos según la referencia de la cotización, observando que los precios se mantengan y se cumplan. Trabajar los alcances, dar seguimiento a los detalles de construcción, entrega y finalización del proyecto; esto garantiza que el proyecto es de calidad.

4.3 Planificación de los RRHH y comunicaciones

4.3.1 Elaboración de Organigrama del Proyecto

En la siguiente imagen se presenta el Organigrama de la empresa Intepack que hace el servicio de la fabricación de la máquina.

Figura 83. Organigrama de la empresa Intepack.



Fuente: Elaboración propia.

4.3.2 Definición de roles y funciones

En las siguientes líneas se explicará los roles y funciones principales de los integrantes de la empresa Intepack.

- Gerente General y dueño de la empresa Intecpack, encargado de las coordinaciones con la empresa cliente AJE de Pucallpa y la central Lima, para ver los detalles de fabricación de la máquina lavadora RINSER, status, estándares eléctricos y mecánicos, parámetros, tiempos de entrega y negociación.
- Logística y RRHH, encargada de facilitar y dar seguimiento a los materiales que se requieren para el proyecto. Planilla del personal de la empresa, reclutamiento y pagos a proveedores.
- Administradora, encargada gestionar la empresa, dando a conocer los objetivos y planificación en el proyecto.
- Supervisor general de mantenimiento, encargado de supervisar, coordinar, verificar, dar cumplimiento de los plazos de entrega de las máquinas en los mantenimientos en diferentes embotelladoras a nivel nacional.
- Supervisor de mantenimiento, encargado de supervisar, coordinar, verificar, dar cumplimiento de los plazos de entrega de las máquinas en los mantenimientos en embotelladoras de Lima Callao.
- Supervisor de Manufactura, encargado de ver el cumplimiento de la fabricación de las piezas mecánicas a detalle, control de calidad y presupuesto de materiales para la industria de envasado.
- Coordinador de Proyecto, seguimiento de Proyectos, Toma de medidas de las piezas a producir, diseño de piezas, máquinas y partes de máquinas para la industria de envasado. Diseño y mantenimiento de tableros eléctricos. Aplicación de control de calidad, control y automatización.
- Mecánicos, personal especializado que ejecuta los mantenimientos de acuerdo al plan de trabajo con el Supervisor a cargo, manejo de herramientas, soldadura, desmontaje y montaje de máquinas.
- Torneros y Fresadores, personal especializado que trabaja los materiales en el torno o fresadora, convirtiendo las piezas mecanizadas en partes de máquinas.

4.3.3 Definición de los responsables de las comunicaciones

Los responsables de las comunicaciones de la empresa que brinda el servicio es el gerente general de Intecpack y la empresa cliente el gerente de proyectos de AJE, a solicitud y requerimiento del área de proyecto de AJE de la ciudad de Pucallpa.

4.3.4 Establecimiento de los canales de comunicación formales del proyecto

Los canales que son el medio por donde se realizó la comunicación fueron las reuniones entre el gerente general de Intecpack y el gerente de proyectos de AJE. Constantemente se hizo el seguimiento de los correos enviados del área de proyectos de Pucallpa a proyectos de Lima (Principal) de la empresa cliente. Solicitando una máquina lavadora de envases para la línea de envasados, en paralelo se tomaba acuerdos y detalles de mejoras vía telefónica, posteriormente se recibió la orden de compra.

4.4 Planificación de los Riesgos

Se puede describir dentro de la planificación de riesgos, la identificación de riesgos que pueden ser más significativos y perjudiciales que afecten al proyecto; encontramos el mal uso de los tiempos y el uso inadecuado de los materiales. Para atacar esos puntos y/o minimizar el riesgo de pérdidas. Se hizo la cotización y compra de los materiales principales, con una anticipación que permita trabajar, llegando con los tiempos al tener la orden de compra de la máquina.

Una dificultad fue que los proveedores de algunos materiales se pasaron tres días de la fecha de entrega, reprogramando las actividades dentro de la empresa. Teniendo en cuenta que un grupo del personal viajó para un mantenimiento fuera de la ciudad, requiriendo que algunos trabajadores realicen sobretiempo.

Tabla 23. Identificación de los Riesgos

Enunciado de Riesgo	Probabilidad de ocurrencia	Impactos	Plan de Mitigación	Plan de contingencia	responsable
<p>Evento: Demora de los acuerdos de operación.</p> <p>Consecuencia: No Fabricación de la máquina.</p>	Alta	2	Revisar acuerdos anteriores y aclarar las diferencias con los nuevos acuerdos.	Solicitar que se respete los acuerdos o reunirse con todos los involucrados.	Gerencia
<p>Evento: Demora en la recepción de orden de compra.</p> <p>Consecuencia: No Fabricación de la máquina.</p>	Alta	3	Verificar que todo este adecuadamente para iniciar el proyecto.	Solicitar la orden de compra teniendo todos los materiales a usar listos.	Gerencia
<p>Evento: Necesidad de comprar herramientas e insumos.</p> <p>Consecuencia: Retraso en la fabricación de la máquina</p>	Alta	1	Verificar el estado de las herramientas.	Solicitar el cambio de las herramientas defectuosas.	Supervisor de Manufactura 1
<p>Evento: Compra de una nueva máquina de soldar por deterioro.</p> <p>Consecuencia: Retraso en la fabricación de la estructura de la máquina.</p>	Baja	4	Verificar el estado de la máquina de soldar.	Solicitar el cambio o reparación de la máquina de soldar.	Supervisor de Manufactura 2
<p>Evento: Servicio de corte y doblado errático.</p> <p>Consecuencia: Retraso por rectificación de materiales.</p>	Baja	3	Verificar la calidad de doblado y corte de la empresa de servicio.	Solicitar el cambio a la empresa de servicio o arreglarlo en el taller.	Proyectos
<p>Impacto: 4 severo 3 Catastrófica 2 Sostenible 1 Menor</p>					

Fuente: Elaboración propia.

4.5 Planificación de los Stakeholders

Los Stakeholders más importantes que se ven afectados directamente son los mencionados en el siguiente cuadro.

Tabla 24. Planificación de los Stakeholders.

Stakeholders	Influencia	Impacto
Gerente General: Dueño y encargado de hacer los tratos, gestionar y aprobar los proyectos.	Alta	3
Supervisor de manufactura: Persona encargada del taller, supervisión de la calidad de las piezas terminadas.	Alta	3
Proyectista: Persona encargada de diseñar, verificar, solicitar y diagnosticar lo necesario para la fabricación de la máquina.	Media	3
Líder de Grupo técnico: Persona encargado de agrupar y ordenar al personal para los trabajos a realizar.	Media	2
Soldador: Persona encargada de soldar piezas dobladas o cortadas.	Baja	1
Mecánicos: Personas que realizan los trabajos de montar y armar las partes mecánicas de la máquina.	Baja	1
Impacto 3 Alto 2 Medio 1 Bajo		

Fuente: Elaboración propia.

4.6 Presupuesto

El proyecto tiene un tiempo de desarrollo de 5 meses y se considera dentro del presupuesto la hora – hombre de trabajo; de acuerdo a las responsabilidades que se realizan en el proyecto y según la remuneración de cada personal.

Se generó gastos también en los materiales para la construcción estructural, servicio de corte y doblado de la máquina, así también como los dispositivos electrónicos.

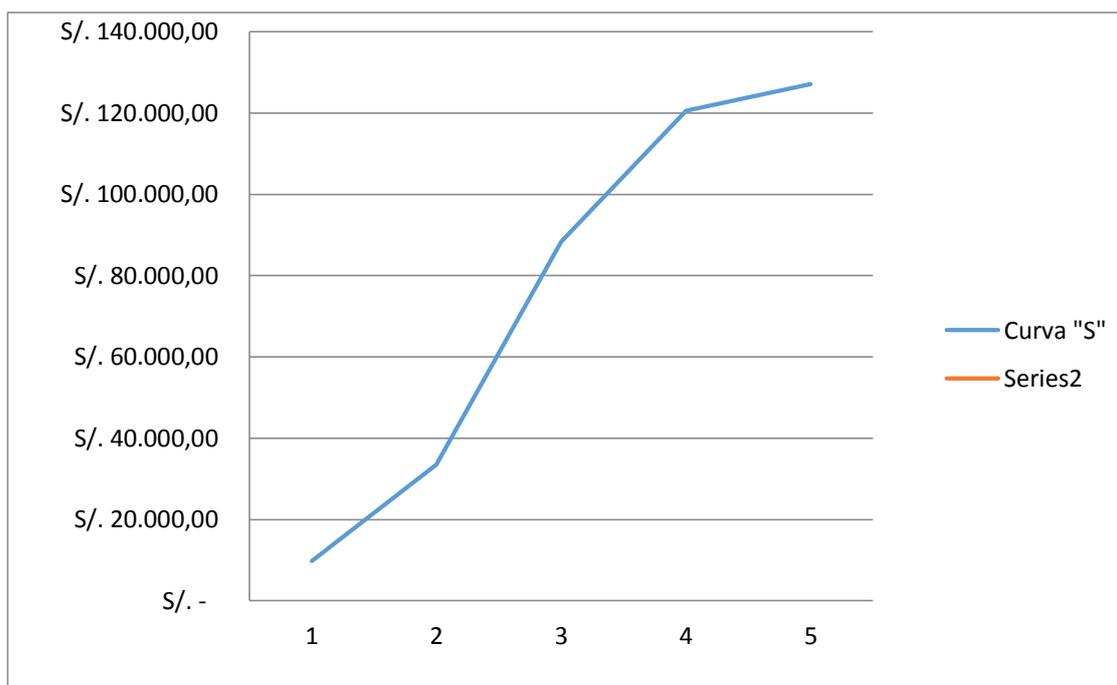
La siguiente información esta basada en costos aproximados, la máquina esta valorizada en \$60000 Dólares equivalente a S/.195630 Soles, con un costo para la empresa Intecpack S.A.C. de S/.127160 Soles durante los 5 meses de trabajo. Se mostrará más detalle de los costos en el tiempo en las siguientes tablas e imágenes. (Ver anexo 3)

Tabla 25. Gastos mensuales para la fabricación de la máquina.

Costos	mes-1	mes-2	mes-3	mes-4	mes-5	total	
Personal	S/. 9,772.50	S/. 9,772.50	S/. 9,532.50	S/. 32,175.00	S/. 6,607.50	S/. 67,860.00	53.37%
Motorreductores			S/. 15,000.00			S/. 15,000.00	11.80%
Convertidores			S/. 6,300.00			S/. 6,300.00	4.95%
Panel HMI			S/. 10,500.00			S/. 10,500.00	8.26%
Programación			S/. 4,500.00			S/. 4,500.00	3.54%
Materiales eléctricos			S/. 2,000.00			S/. 2,000.00	1.57%
Materiales estructurales		S/. 14,000.00				S/. 14,000.00	11.01%
Materiales Plásticos			S/. 3,500.00			S/. 3,500.00	2.75%
Insumos			S/. 1,000.00			S/. 1,000.00	0.79%
Transporte			S/. 2,500.00			S/. 2,500.00	1.97%
						S/. -	0.00%
Otros Gastos	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	0.00%
Total	S/. 9,772.50	S/. 23,772.50	S/. 54,832.50	S/. 32,175.00	S/. 6,607.50	S/. 127,160.00	
Acumulado	S/. 9,772.50	S/. 33,545.00	S/. 88,377.50	S/. 120,552.50	S/. 127,160.00		

Fuente: Elaboración propia.

Figura 84. Gráfica de los costos al paso del tiempo (dinero vs tiempo).



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 26. Flujo Caja.

	mes-1	mes-2	mes-3	mes-4	mes-5	total
Ingresos	S/. 97,815.38				S/. 97,815.38	S/. 195,630.77
Egresos	S/. 9,772.50	S/. 23,772.50	S/. 54,832.50	S/. 32,175.00	S/. 6,607.50	S/. 127,160.00
Flujo Neto	S/. 88,042.88	S/. -23,772.50	S/. -54,832.50	S/. -32,175.00	S/. 91,207.88	S/. 68,470.77
Acumulado	S/. 88,042.88	S/. 64,270.38	S/. 9,437.88	S/. -22,737.12	S/. 68,470.77	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 27. VAN NETO.

Tasa de Dcto anual	12%
Tasa de Dcto mensual	0.949%
VANI	S/. 192,881.13
VAN NETO	S/. 66,605.75
Rentabilidad	VAN NETO / VANI
	34.53%

Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

- Se diseñó mediante ingeniería inversa la estructura de la máquina, simulación de las partes mecánicas y el funcionamiento eléctrico, haciendo que sea robusta y consistente teniendo en cuenta los materiales, se respetó el uso de los materiales indicados para las partes de la máquina garantizando su buen funcionamiento.
- Se fabricó respetando las medidas de los planos, también se vio algunas posibilidades de cambios por los especialistas de mantenimiento para su mejora, realizando las mejoras para no cometer errores y no tener problemas mayores en los futuros mantenimientos de la máquina.
- Se realizó las pruebas en vacío y operatividad viendo que el sistema de control manual y automático realicen las funciones programadas controlando y afinando en que cada prueba sea mejor que la anterior ajustando los parámetros y subiendo los valores de operatividad.
- Se logró optimizar la cantidad de botellas por minuto de cada formato y el ahorro de agua tratada mejorando el proceso en la producción.

ANEXOS

ANEXO 1. Cronograma de actividades.

	Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio			
	01/02/2015	08/02/2015	15/02/2015	22/02/2015	01/03/2015	08/03/2015	15/03/2015	22/03/2015	29/03/2015	05/04/2015	12/04/2015	19/04/2015	26/04/2015	03/05/2015	10/05/2015	17/05/2015	24/05/2015	31/05/2015	07/06/2015	14/06/2015
	07/02/2015	14/02/2015	21/02/2015	28/02/2015	07/03/2015	14/03/2015	21/03/2015	28/03/2015	04/04/2015	11/04/2015	18/04/2015	25/04/2015	02/05/2015	09/05/2015	16/05/2015	23/05/2015	30/05/2015	06/06/2015	13/06/2015	20/06/2015
Máquina																				
Diseño																				
Recopilación																				
Adaptación																				
Simulación																				
Fabricación																				
Materiales																				
Mecánica																				
Eléctrico																				
Pruebas																				
Control																				
Parámetros																				
Funcionamiento																				
Instalación																				
Transporte																				
Instalación																				
Producción																				

ANEXO 2. Tabla de responsabilidad gerencial.

Actividad	Gerente General	Logística	Supervisor de Mantenimiento 1	Supervisor de Mantenimiento 2	Supervisor de Manufactura	Proyectos	Mecánico Líder 1	Mecánico Líder 2	Personal Mecánico
Diseño	C	I	R	C	C	R	S	C	C
Fabricación	C	I	C	C	C	C	R	R	R
Pruebas	C	I	C	X	X	R	R	S	S
Instalación	C	I	X	X	X	I	R	C	S
	Responsable	R	Subordinado	S	Consultar	C	Informar	I	

ANEXO 3. Tabla de gastos del proyecto en recursos humanos.

SUELDO	C.EMPRESA	Cantidades	Cargos	ANALISIS Y EVALUACIÓN		FASE DE DISEÑO		FASE DE DISEÑO		FASE DE PRUEBAS		FASE DE INSTALACIÓN		TOTALES
				FEBREO DEL 2015	MARZO DEL 2015	ABRIL DEL 2015	MAYO DEL 2015	JUNIO DEL 2015						
3,500	5,250	1	GP	50%	2,625.00	50%	S/. 2,625.00	50%	S/. 2,625.00	50%	S/. 2,625.00	25%	S/. 1,312.50	S/. 11,812.50
2,600	3,900	2	SM	20%	780.00	20%	S/. 780.00	20%	S/. 780.00	100%	S/. 3,900.00	0%	S/. -	S/. 6,240.00
2,500	3,750	1	ST	10%	375.00	10%	S/. 375.00	30%	S/. 1,125.00	100%	S/. 3,750.00	0%	S/. -	S/. 5,625.00
2,200	3,300	1	IP	100%	3,300.00	100%	S/. 3,300.00	70%	S/. 2,310.00	75%	S/. 2,475.00	100%	S/. 3,300.00	S/. 14,685.00
3,500	5,250	1	CL	50%	2,625.00	50%	S/. 2,625.00	50%	S/. 2,625.00	50%	S/. 2,625.00	10%	S/. 525.00	S/. 11,025.00
1,800	2,700	4	TM	3%	67.50	3%	S/. 67.50	3%	S/. 67.50	400%	S/. 10,800.00	10%	S/. 270.00	S/. 11,272.50
2,000	3,000	1	TS	0%	-	0%	S/. -	0%	S/. -	100%	S/. 3,000.00	40%	S/. 1,200.00	S/. 4,200.00
2,000	3,000	1	TF	0%	-	0%	S/. -	0%	S/. -	100%	S/. 3,000.00	0%	S/. -	S/. 3,000.00
TOTALES					9,772.50		S/. 9,772.50		S/. 9,532.50		S/. 32,175.00		S/. 6,607.50	S/. 67,860.00

GLOSARIO

AISI 304

Es uno de los aceros Inoxidables mas usados de la serie 300, por su versatilidad es muy eficaz cuando se trabaja con soldadura y tiene muchas aplicaciones donde se puede doblar, rolar y repujar., 22

armónicos

Es una malformación de la corriente eléctrica por el uso de equipos electrónicos que cambian y varían a altas velocidades y cambios en forma no lineal., 52

AWG

American wire gauge, en sus siglas en inglés. Es un calibre de estándar americano que tiene como relación el número del calibre con el diámetro del cable, siendo el calibre mayor cuando el cable es más delgado y calibre menor cuando el cable es grueso., 56

cadena gripper

Es un conjunto de eslabones de rodillos flexibles, ideal para agarrar, elevar, bajar y/o movilizar materiales específicos con un jebe que hace la sujeción., 5

contactores

Son dispositivos electromecánicos ya se usado para mando o potencia estos se cierran o se abren para el paso de la corriente., 5

guardamotores

Es un interruptor termomagnético con un diseño y protección para motores., 5

HMI

Es el dispositivo o herramienta visual que presenta los datos del proceso al operador conocido como Hombre interfaz maquina., 46, 60, 76

PET

Es un polímero que se obtiene mediante una reacción de policondensación entre el ácido tereftálico y el etilenglicol. Pertenece al grupo de materiales sintéticos denominados poliésteres., 1, 4

Reactancias

Se denomina reactancia a la oposición al paso de la corriente por inductores que reducen los armónicos producidos por los variadores de velocidad, 47

Rinser

Es una máquina automática y de operación simple, que tiene una bomba de alta presión para el enjuague de envases., 6, 8, 9, 10, 11, 20

RS485

Protocolo de comunicación serial estándar que permite enviar información a largas distancias, funcionando bien en ambientes ruidosos con normal funcionamiento., 57

software

Es un soporte lógico de un sistema informático que hace posible el cumplimiento de tareas informáticas, vii, 4

termoplástico

Es un plástico que a altas temperaturas se deforma es amoldable por su característica de flexibilidad y se endurece cuando se enfría., 12

BIBLIOGRAFÍA

- Franco, L (2004). Diseño de una enjuagadora rotativa automática para botellas utilizadas en planta embotelladora de agua. Guayaquil, Ecuador.
- Pacheco, R (1986). Procedures for the Efficient Washing of Minced Hake. Oregon State University.
- Del Mar, M. (2012.). Proceso Industrial de la Coca-Cola. Obtenida el 14 de Abril del 2016, de <https://prezi.com/tagnxyx3cudd/proceso-industrial-de-la-coca-cola/>
- CERET. (n.d.). La ruta sustentable de Coca Cola. Obtenida el 2 de Marzo del 2016, de <http://www.ceret.cl/noticias/la-ruta-sustentable-de-coca-cola>
- Galvis. L. (n.d.). sensores y temporizadores. Obtenida el 1 de Marzo del 2016, de <http://temporizadores-sensores.blogspot.pe/2011/03/sensores-de-proximidad.html>
- SEW-EURODRIVE (2011) Manual de sistema Movitrac B. Obtenida el 12 de Febrero del 2015, de <http://download.sew-eurodrive.com/download/pdf/19363613.pdf>