

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA ESTACIÓN DE LAVADO AUTOMÁTICO DE PIEZAS MECÁNICAS PARA “TALLER TURBO”

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN ELECTROMECAÁNICA

BURBANO PULLES IVÁN ANÍBAL

ivan.burbano@epn.edu.ec

OÑA DEFAZ CRISTIAN SANTIAGO

cristian.ona@epn.edu.ec

DIRECTOR: ING. ESTEBAN JAVIER JÁTIVA POZO

esteban.jativa@epn.edu.ec

Quito, Julio 2018

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue desarrollado por: Iván Aníbal Burbano Pulles y Cristian Santiago Oña Defaz, bajo nuestra supervisión.

.....
Ing. Esteban Játiva
DIRECTOR DEL PROYECTO

.....
Ing. Willan Monar
CODIRECTOR DEL PROYECTO

DECLARACIÓN

Nosotros, Iván Aníbal Burbano Pulles y Cristian Santiago Oña Defaz declaramos bajo juramento que el trabajo aquí escrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado en ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de este documento cedemos los derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional según lo establecido por la ley de propiedad intelectual, por su reglamento y por la normativa intelectual vigente.

.....
Iván Aníbal Burbano Pulles

.....
Cristian Santiago Oña Defaz

DEDICATORIA

Este proyecto está dedicado de manera especial a la memoria de mi papá Marco que desde el infinito ha sido mi fuerza y motivo para tratar de seguir sus pasos y ser un hombre de bien, tal como él lo hubiese querido.

A mis dos madres Elisita y Miritos, las amo con todo mi corazón, porque han estado conmigo a lo largo de mi vida, durante mis momentos felices, pero sobre todo en los más difíciles, donde a pesar de tanto tropezón, nunca me abandonaron, ni me dejaron de amar y apoyar, gracias por creer en mí, esto es por y para ustedes

A mi hermano Marco, mi mejor amigo y compañero de aventuras y momentos importantes de mi vida, que me ha sabido guiar y corregir a quien amo y admiro demasiado.

A mi cuñada Cris, a mis sobrinitos Megan y Dorian, que con su alegría y ocurrencias llenan de alegría el hogar y me inspiran a ser cada día mejor para poderles guiar, cuidar, compartir con ellos mi amor y lo mejor de mí.

A mi amada Su, porque con tu amor, compañía, preocupación y locuras, has llenado mi vida de alegría, y le has dado un sentido especial, más del que ya tenía. Te amo con todas mis fuerzas.

Iván Burbano

AGRADECIMIENTO

A mi familia, un agradecimiento que no me cabe en el corazón, mis logros, mi vida por ustedes, los amo.

Agradezco desde lo más profundo de mí ser a la madre tierra, a su infinita e inspiradora belleza, a sus montañas, ríos, a su majestuoso Taita Chiles cobijado por su verde y mágico páramo, en donde he hallado la paz y tranquilidad para poder tomar las mejores decisiones en vida, complementado con los sabios consejos de mis seres queridos.

Agradezco y agradeceré eternamente a Don Marito Vega, Doña Lolita y Toño quienes han sido mi segunda familia en una tierra extraña, gracias por su cariño, por su cuidado, por sus consejos, por todas las facilidades brindadas, no me alcanzará toda la vida para poder hacer por ustedes, lo que ustedes han hecho por mi, los quiero mucho y a través de ustedes hago extensivo mi agradecimiento acompañado de un fuerte abrazo a toda su linda familia.

A Taller Turbo, mis amigos y compañeros de trabajo que además de brindarme la oportunidad para trabajar, me han dado todas las facilidades para poder desarrollar este proyecto, pensando en que será de provecho para tan estimadas personas, gracias por las enseñanzas y buenos momentos junto a ustedes

Al Ingeniero Esteban Játiva, director del proyecto, por su amistad, guía, tiempo y dedicación, que ha sido fundamental para finalizar con éxito este proyecto.

A la ESFOT, por haberme dado la oportunidad de superarme, adquirir nuevos conocimientos, aprender de la experiencia de sus docentes, sintiendo orgullo de pertenecer a tan noble institución como lo es la Escuela Politécnica Nacional.

A mi compañero de proyecto Cristian, por su apoyo, entrega y predisposición para junto a él lograr alcanzar un peldaño más de nuestra formación profesional.

Iván Burbano

DEDICATORIA

Mi tesis la dedico con mucho cariño a mis padres Hilda y Luis, por su eterno apoyo, su comprensión, sus sabios consejos, su paciencia para mostrarme mis errores, los valores inculcados para superarme y ser una persona de bien, pero sobre todo por su amor incondicional.

A mis hermanos Jorge, Rodrigo, Juan y Liliana, quienes como hermanos mayores me han servido de ejemplo de perseverancia y lucha, además con sus consejos y palabras de aliento en los momentos difíciles, han sido parte fundamental para alcanzar un peldaño más en mi formación profesional.

Cristian Oña

AGRADECIMIENTO

En estas líneas quisiera expresar mi gratitud a todas aquellas personas que fueron el soporte para lograr la realización de este proyecto.

Al director del proyecto Ing. Esteban Játiva, por toda su paciencia, sabiduría y sus conocimientos que fueron vitales para guiarme durante todo el lapso de tiempo que tomo la ejecución del proyecto.

A los propietarios de Taller Turbo, por su generosidad al abrirme las puertas para poder ejecutar el proyecto de titulación en su establecimiento así como también su buena voluntad de apoyarme con sus conocimientos, experiencia laboral y apoyo incondicional.

Al personal técnico que labora en Taller Turbo por su ayuda con sus consejos y sugerencias brindadas durante el desarrollo del proyecto.

Un agradecimiento especial a todos los profesores que tuve durante toda mi carrera, ya que con sus conocimientos has puesto su granito de arena para mi formación profesional.

A mi compañero de tesis Iván por su apoyo brindado, su ayuda ha sido importante para superar cada uno de los obstáculos que se han presentado durante el desarrollo del proyecto.

Por último y no menos importante a mi familia quienes con sus palabras de aliento han sabido brindarme fortaleza para poder culminar con éxito no solo este proyecto, sino toda mi vida estudiantil.

Mis padres tendrán mi eterno agradecimiento por todo el esfuerzo que han realizado para ayudarme a cumplir mis metas.

Cristian Oña

INDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN	I
DECLARACIÓN	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTO	VI
RESUMEN.....	XVI
ABSTRACT.....	XVII
1. INTRODUCCIÓN	1
2. METODOLOGÍA	2
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	5
3.1. SISTEMA ESTRUCTURAL Y MECÁNICO	5
3.1.1. PARTES ESTRUCTURALES DE LA LAVADORA	7
3.1.1.1. CUERPO O CARCAZA.....	7
3.1.1.2. TINA.....	8
3.1.1.3. TAMBOR GIRATORIO.....	8
3.1.1.4. TAPA SUPERIOR	9
3.1.1.5. TAPA HERMÉTICA.....	10
3.1.1.6. BASE SOPORTE DE TAPA HERMÉTICA	10
3.1.1.7. BASE DEL TAMBOR	11
3.1.1.8. BASE PORTA PIEZAS.....	11
3.1.1.9. TRANSMISIÓN	12
3.1.1.10. REDUCTOR MECÁNICO.....	13
3.1.1.11. POLEAS.....	14

3.1.1.12. BANDA DE TRASMISIÓN.....	16
3.1.1.13. BASE METÁLICA PARA CABINA DE LAVADO.....	16
3.1.1.14. MALLA GALVANIZADA	17
3.1.1.15. EJES ROSCADOS.....	18
3.1.1.16. PLATINAS PARA MONTAJE DE MOTOR	18
3.1.1.17. BASE METÁLICA PARA BOMBA 1 (BOMBA DE LLENADO)	19
3.2. SISTEMA HIDRÁULICO.....	20
3.2.1. BOQUILLAS DE ASPERSIÓN	20
3.2.2. BOMBA ELÉCTRICA 1 (BOMBA DE LLENADO).....	22
3.2.3. BOMBA ELÉCTRICA 2 (BOMBA DE VACIADO)	28
3.2.4. FILTROS.....	29
3.2.5. ACCESORIOS DE INSTALACIÓN HIDRÁULICA	31
3.2.6. CONTENEDOR	33
3.2.7. DESENGRASANTE INDUSTRIAL	33
3.3. SISTEMA ELÉCTRICO Y AUTOMATIZACIÓN.....	34
3.3.1. ALIMENTACIÓN DEL SISTEMA.....	35
3.3.2. ALIMENTACIÓN DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS	36
3.3.3. PROTECCIÓN	38
3.3.4. AUTÓMATA PROGRAMABLE.....	41
3.3.5. CONTACTORES	43
3.3.6. PULSADORES	44
3.3.7. TABLERO DE CONTROL.....	45
3.3.9. PROGRAMA PARA LA AUTOMATIZACIÓN.....	46
3.3.10. SENSOR (INTERRUPTOR DE NIVEL).....	48

3.4. CONSTRUCCIÓN DE LA ESTACIÓN DE LAVADO AUTOMÁTICO	50
ARMADO DEL SISTEMA ESTRUCTURAL Y MECÁNICO	50
ARMADO DEL SISTEMA HIDRÁULICO	55
ARMADO Y MONTAJE DE TABLERO DE CONTROL	59
3.5. COSTOS DEL PROYECTO	63
3.6. PRUEBAS	65
PRUEBA DE LIMPIEZA CON AGUA Y DETERGENTE	65
PRUEBA DE LIMPIEZA CON ALTA PRESIÓN	65
PRUEBA A TEMPERATURA, AIRE A PRESIÓN Y ENJUAGUE	65
PRUEBA DE ULTRASONIDO	66
PRUEBA EN EL PROTOTIPO DE LAVADORA DE CESTO GIRATORIO CON EL USO DE UN DESENGRASANTE INDUSTRIAL	67
4. CONCLUSIONES	68
5. POSIBLES MEJORAS	69
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
BIBLIOGRAFÍA	70
7. ANEXOS	71
ANEXO I PIEZAS DE LAVADO MÁS COMUNES	71
ANEXO II. TABLA DE PERDIDAS DE CARGA EN TUBERÍA PVC	76
ANEXO III TABLA DE CORRIENTE A PLENA CARGA PARA MOTORES EMITIDA POR EL CÓDIGO ELÉCTRICO ECUATORIANO.	77
ANEXO IV TABLA DE CATEGORIAS DE SERVICIO PARA CONTACTORES DE CORRIENTE ALTERNA (SCHNEIDER ELECTRIC ECUADOR S.A.)	78
ANEXO V GUIA DE PROTECCIÓN IP	79
ANEXO VI. DIAGRAMA DE FLUJO	80

ANEXO VII. CIRCUITO DE FUERZA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	82
ANEXO VIII. CIRCUITO DE CONTROL DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	83
ANEXO IX. CATÁLOGO DE ACCESORIOS LÍNEA PVC	84
ANEXO X. CATÁLOGO DE FILTRO “PLASTIGAMA”.....	85
ANEXO XI. GUÍA DE OPERACIÓN PARA EL USUARIO.....	86
ANEXO XII. PLAN DE MANTENIMIENTO.....	89
ANEXO XIII. ESQUEMA DE CONTROL DE LAZO ABIERTO.....	92
ANEXO XIV. ANEXOS DIGITALES.....	93
ANEXO XV. PLANOS DE LA MÁQUINA	95

Índice de tablas

Tabla 1. Longitud equivalente del tramo de succión.....	24
Tabla 2. Longitud equivalente del tramo de impulsión.....	25
Tabla 3. Datos para adquisición de la bomba eléctrica 1	28
Tabla 4. Datos de placa bomba eléctrica BP	29
Tabla 5. Accesorios empleados en instalación hidráulica	31
Tabla 6. Características manguera succión descarga PVC	32
Tabla 7. Datos de placa bomba 1	34
Tabla 8. Datos de placa bomba 2	34
Tabla 9. Datos de placa motor de lavadora	35
Tabla 10. Información técnica de elemento seleccionado.....	40

Tabla 11. Características principales de autómatas programables	41
Tabla 12. Requerimientos para automatización de la estación de lavado	41
Tabla 13. Funciones de entradas y salidas del autómata programable.....	47
Tabla 14. Características del sensor seleccionado.....	49
Tabla 15. Tabla de costos del proyecto	63

Índice de figuras

Figura 1. Sistema de piñones y engranajes de motocultor Husqvarna TR-430	5
Figura 2. Cuerpo principal de motosierra Stihl FS660	5
Figura 3. Mecanismo Percutor y engranajes de demoledor.....	6
Figura 4. Cáster de cortadora de césped Husqvarna J55SL.....	6
Figura 5. Partes estructurales básicas de una lavadora	7
Figura 6. Carcasa metálica de lavadora	7
Figura 7. Tina de lavado.....	8
Figura 8. Tambor giratorio.....	8
Figura 9. Tapa superior	9
Figura 10. Tapa hermética	10
Figura 11. Soporte de tapa hermética	10
Figura 12. Base para acople de tambor y eje	11
Figura 13. Base porta piezas	11
Figura 14. Transmisión de lavadora “SAMSUNG” Original.....	12
Figura 15. Transmisión de lavadora “samsung” modificado	13

Figura 16. Reductor mecánico	13
Figura 17. Polea de motor de lavadora	14
Figura 18. Polea de entrada del reductor dimensionada	15
Figura 19. Acople tipo matrimonio motor-bomba.....	15
Figura 20. Banda de transmisión.....	16
Figura 21. Estructura base para carcasa de lavadora	16
Figura 22. Malla galvanizada	17
Figura 23. Eje roscado	18
Figura 24. Platinas para motor	18
Figura 25. Base metálica para bomba 1	19
Figura 26. Esquema del sistema hidráulico de la estación de lavado automático.....	20
Figura 27. Boquilla de aspersión chorro plano en V	21
Figura 28. Boquilla Tipo DCP21 de ¼ [pulg] de acero modificada.....	21
Figura 29. Boquilla en V de Hidrolavadora “PORTEN” 31 [ltrs/min] 1750 [psi].....	22
Figura 30. Metro de tubería equivalente.....	24
Figura 31. Curva de selección bombas eléctricas “PEDROLLO”.....	27
Figura 32. Característica técnicas bombas eléctricas “PEDROLLO”	27
Figura 33. Filtro plástico “PLASTIGAMA”	30
Figura 34. Bocín magnético	31
Figura 35. Base perforada y malla	31
Figura 36. Acople rápido de aluminio	32

Figura 37. Válvula de esfera galvanizada.....	32
Figura 38. Manguera succión descarga PVC	32
Figura 39. Contenedor plástico seleccionado.....	33
Figura 40. Desengrasante industrial Degrease EC_Presentación de 20 [ltrs].....	33
Figura 41. Cables THW “ELECTROCABLES” del Ecuador	36
Figura 42. Esquema de alimentación del sistema eléctrico	36
Figura 43. Cables THW “ELECTROCABLES” del Ecuador	37
Figura 44. Esquema de alimentación de circuitos derivados	37
Figura 45. Curvas de disparo de Interruptor Termo-magnético marca “WEG”	39
Figura 46. Interruptores Termomagnéticos marca “WEG”	40
Figura 47. Esquema del dispositivo de protección.....	40
Figura 48. Logo “siemens” 12/24RC	42
Figura 49. Catálogo de automatización contactores “WEG”	44
Figura 50. WEG línea de mando y señalización.....	45
Figura 51. WEG línea de mando y señalización.....	45
Figura 52. Gabinete metálico	46
Figura 53. Esquema del panel de control	46
Figura 54. Sensor plástico tipo flotador	48
Figura 55. Interruptor de flotador lateral	48
Figura 56. Base metálica.....	50
Figura 57. Fijación de carcasa a base.....	50

Figura 58. Fijación de tina con ejes roscados.....	51
Figura 59. Montaje de motor en base metálica.....	51
Figura 60. Acoplamiento de motor eléctrico con reductor mecánico.....	52
Figura 61. Fabricación de tapa superior	52
Figura 62. Tapa terminada	53
Figura 63. Tapa hermética	53
Figura 64. Malla galvanizada	54
Figura 65. Base porta piezas	54
Figura 66. Base para bomba eléctrica 2.....	55
Figura 67. Contenedor de líquido desengrasante.....	55
Figura 68. Tubería y válvula de pie	56
Figura 69. Instalación hidráulica en bomba de llenado	56
Figura 70. Instalación manguera industrial.....	57
Figura 71. Acople rápido de aluminio	57
Figura 72. Tubería con boquillas de aspersión.....	58
Figura 73. Instalación hidráulica de salida de tina	58
Figura 74. Filtro.....	59
Figura 75. Modificación de gabinete metálico.....	59
Figura 76. Montaje de equipos en gabinete metálico	60
Figura 77. Armado de circuitería eléctrica	60
Figura 78. Montaje de gabinete metálico.....	61

Figura 79. Conexión de equipos.....	61
Figura 80. Cableado de alimentación principal.....	62
Figura 81. Engranaje sometido a 1750 [psi] de agua	65
Figura 82. Caja de engranaje de taladro sumergida en agua a temperatura y oxigenación	66
Figura 83. Limpiador ultrasónico	66
Figura 84. Cadena de motor engrasada sometida a lavado por ultrasonido.....	67
Figura 85. Prototipo inicial de lavadora de cesto giratorio	67

RESUMEN

La realización del presente proyecto emerge de la necesidad de una optimización de recursos económicos, tiempo, mano de obra, así como también de precautelar la salud del personal de trabajo, la reducción del impacto al medio ambiente; además de proporcionarle a TALLER TURBO una maquinaria de trabajo más sofisticada y moderna para facilitar las actividades de limpieza de piezas mecánicas, que de paso le dé a la empresa una imagen más innovadora y avanzada para su clientela.

Todo está basado en el diseño, selección de materiales, productos de bajo impacto ambiental y equipos, implementación y puesta en marcha de una estación de lavado automático de piezas mecánicas, así como también de la elaboración de esquemas eléctricos, estructurales, guías de uso y mantenimiento para facilidad del usuario.

Palabras clave: optimización, innovadora, avanzada, ambiental, automático, facilidad

ABSTRACT

The realization of this project emerge of the necessity of optimize economic resources, time, workforce, also safe the health of the personal of work, reduce the impact to the environment, in addition to provide to Taller Turbo a sofistic and modern machine of work to help in activities of cleaning of the mechanical pieces, as well as also grant to the company an image more innovator to the clients.

All is basing in the design, selection of materials, products of low environmental impact, implementation and set afoot of an automatic wash station of mechanical pieces, as well as also elaboration of electric diagrams, structurals plans, guide of use and maintenannce to the user.

Keywords: optimization, innovative, advanced, environmental, automatic, facility

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el sector industrial juega un papel muy importante para el desarrollo del país, por esta razón los procesos de producción en la industria han ido evolucionando conforme a los avances tecnológicos.

La automatización de procesos ha sido una de las mejoras que más se han aplicado en la industria, el remplazo de la mano de obra humana por las máquinas automatizadas han permitido al sector industrial percibir mejorías en aspectos como mayor producción en menos tiempo, reducción de costos, entre otras. Algo muy importante que se debe recalcar es la gran importancia que se le está dando al tema ecológico y a la seguridad del trabajador.

La limpieza de piezas mecánicas de forma manual es una de las actividades que actualmente se realizan en el Taller TURBO; una organización que se dedica a la reparación, mantenimiento y servicio de cobertura de garantía de diferentes marcas de equipo electromecánico; por tal motivo el presente proyecto pretende remplazar el lavado manual por un mecanismo de lavado automático.

Se propone el diseño y construcción de una estación de lavado automático de piezas mecánicas para el área de servicio técnico, la misma que tendrá como base de implementación la remoción de limallas, desechos sólidos, que se suelen mezclar con aceites y grasas industriales ya deteriorados de las piezas mecánicas, haciendo uso de un agente líquido de limpieza que sea amigable con el medioambiente así como también de bajo impacto a la salud del personal de trabajo.

Para la automatización se hace uso de un autómatas programable Logo V6 12/24RC, con su respectivo software de programación denominado LogoComfort Win7, adicional a esto serán necesarios la realización de esquemas eléctricos, guía de operación para el usuario y un cronograma de mantenimientos para el equipo de lavado automático.

2. METODOLOGÍA

El producto final se construyó a partir de una investigación aplicada, al tratarse de un proceso que busca convertir el conocimiento puro, es decir teórico, en conocimiento práctico y útil para el diario vivir de las personas; direccionado a ser implementado para la mejora de la prestación de servicios de reparación y mantenimiento de maquinaria electromecánica.

Las técnicas de recolección de información se basaron en la observación, experimentación y entrevistas en el sitio de trabajo, tanto con el personal técnico en temas relacionados a los tipos, tamaños y formas de las piezas mecánicas más comunes y usualmente lavadas a mano, las dificultades o molestias ocasionados por el presente procesos de lavado así como sugerencias de posibles implementaciones que se incorporen a la propuesta de una estación de lavado automático.

Con el personal administrativo se indagó la información que respalde cifras y costos aproximados en el tema de la inversión en combustible, el mismo que es el actual y principal medio de lavado utilizado, así como también se trataron los temas de seguridad industrial y protección ambiental que deberían caracterizar a la propuesta de este proyecto.

La bomba es uno de los elementos primordiales para el sistema de lavado automático, para la selección de las bombas se ha seguido los lineamientos sugeridos por (Diseño y selección de bombas, 1997) en donde se menciona que:

“Las bombas se eligen generalmente por uno de los tres métodos siguientes:

- El cliente suministra detalles completos a uno o más proveedores, de las condiciones de bombeo y pide una recomendación y oferta de las unidades que parezcan más apropiadas para la aplicación.

- El comprador efectúa un cálculo completo del sistema de bombeo procediendo a elegir la unidad más adecuada de catálogos y graficas de características.

- Una combinación de los anteriores métodos para llegar a la selección final”.

Para la selección de la bomba de llenado se realizaron una serie de cálculos, partiendo de pruebas ejecutadas para determinar la presión de impacto del chorro en la pieza mecánica, todo esto con el propósito de establecer parámetros técnicos de la bomba como: presión y caudal, que a la postre faciliten la búsqueda en catálogos de los diferentes proveedores existentes en el país.

Contando por ejemplo con un catálogo técnico muy útil de la marca italiana “PEDROLLO” (PEDROLLO S.p.A., 2016) donde se encuentra información como: campos de prestaciones, límites de uso, características constructivas de sus principales componentes, información gráfica de sus curvas con datos de prestaciones y otras como certificaciones y normas de seguridad.

La automatización requiere de un estudio minucioso del proceso que se pretende automatizar, como lo menciona (Castro Lugo, Padilla Ybarra, & Romero A., 2005) hay que considerar que: “La tecnología es muy cambiante, cada vez hay mayor variedad de equipos y sistemas más poderosos de costos diversos, lo que complica la selección de la tecnología adecuada. El diseño, la programación y la operación de los sistemas requieren en la mayoría de los casos de especialistas”.

Teniendo en cuenta estos conceptos y analizando la complejidad y requerimientos para la automatización del proceso de lavado, se realizó una comparación de los autómatas programables conocidos, con la finalidad de determinar el más conveniente.

El desengrasante industrial biodegradable utilizado se denomina “DEGREASE EC”, que según su ficha técnica (Chemlok del Ecuador S.A., 2017) cita que este producto: “reacciona químicamente al entrar en contacto con residuos de grasa penetrando y emulsificándola para facilitar su limpieza. Está formulado a base de químicos humectantes y solventes, entre otros ingredientes.”. El mismo que fue seleccionado en base a procesos probatorios con productos de similares características,

Otro aspecto de vital importancia que influye en el tiempo de vida del desengrasante impactando en su ciclo de recambio está relacionado con los elementos filtrantes. Para la selección de estos elementos, se realizaron actividades de observación, donde se determinaron los puntos críticos en los cuales la suciedad tratada generaba problemas de acumulación, obstrucción y salpicadura

La cabina de lavado o estación que contiene a todos los elementos más que seleccionarla se decidió reutilizar la estructura de una lavadora de ropa convencional, que por sus características dimensionales y de diseño se la consideró apropiada, incorporando al proyecto aspectos ecológicos como la reutilización de materiales con la adaptación de mejoras prácticas y facilidades para su acceso a operar.

El sistema de protección alimentación y cableado se seleccionó en base a los datos de placa proporcionados por los equipos, con lo cual se determinó calibres de cables, protecciones, dispositivos de accionamiento y paro, tomando en cuenta temas de seguridad industrial sobre todo al tratarse con líquidos en movimiento en torno a instalaciones eléctricas.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Sistema estructural y mecánico

Para la selección estructural, se basó en los casos más críticos en lo que tiene que ver a volumen y peso de las piezas mecánicas que se acostumbra a lavar durante una reparación o mantenimiento de maquinaria, como se especifica a continuación:



Figura 1. Sistema de piñones y engranajes de motocultor Husqvarna TR-430 (Taller Turbo)

Volumen promedio en conjunto: 10 [ltrs]

Peso promedio en conjunto: 9,65 [Kg]



Figura 2. Cuerpo principal de motosierra Stihl FS660 (Taller Turbo)

Volumen promedio: 15 [ltrs]

Peso promedio: 6 [Kg]



Figura 3. Mecanismo Percutor y engranajes de demoledor
(Taller Turbo)

Volumen promedio en conjunto: 25 [ltrs]

Peso promedio en conjunto: 15 [Kg]



Figura 4. Cártter de cortadora de césped Husqvarna J55SL
(Taller Turbo)

Volumen promedio: 20 [ltrs]

Peso promedio: 5,8 [Kg]

De lo expuesto anteriormente se definió que la lavadora no demandará cargas superiores a los 15 [Kg] en peso y en términos de volumen las piezas a lavarse podrán ser cubiertas con volúmenes de líquido desengrasante no superiores a los 60 [ltrs]. Aquí ya se habla de volúmenes y peso de carga debido a que el lavado consistirá en 2 procesos bien definidos: el uno será un lavado por inmersión donde las piezas estarán cubiertas por un líquido desengrasante y bajo un movimiento rotatorio de giro alternado, y el otro proceso será un lavado de igual manera con el mismo movimiento rotatorio, pero esta vez con impacto de chorros proveniente de unas boquillas debidamente instaladas, este tema se explicará en mayor detalle en el apartado 3.2.

3.1.1. Partes estructurales de la lavadora

Retornando a la temática de este capítulo se considero conveniente el aprovechamiento y uso geométrico de una lavadora de ropa samsung de 15 [Kg] usada con ciertas modificaciones que a continuación se citan en base a sus partes estructurales principales acorde a los requerimientos:

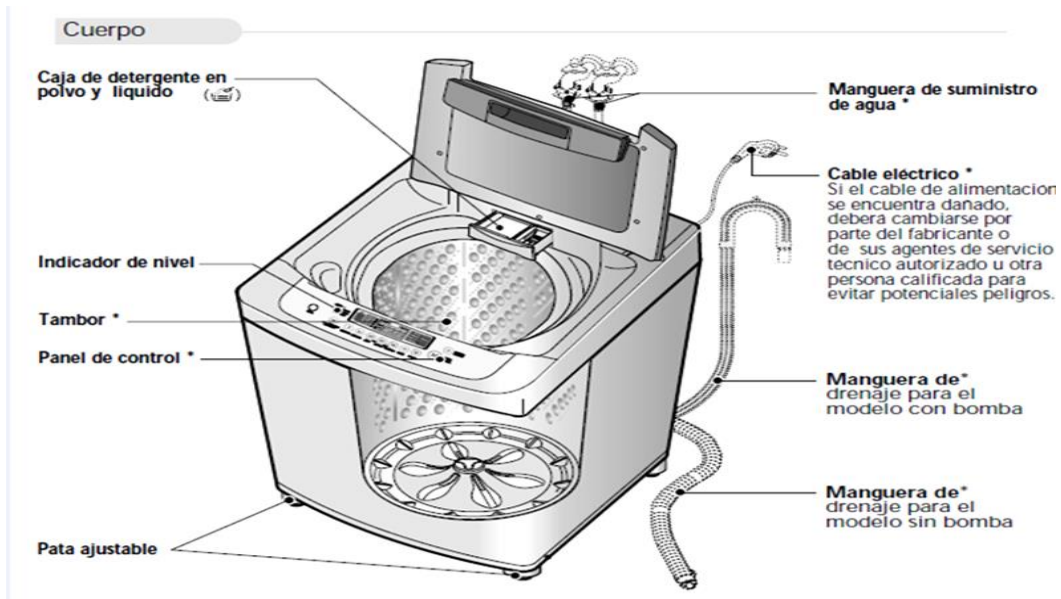


Figura 5. Partes estructurales básicas de una lavadora (Catálogo lavadora SAMSUNG)

3.1.1.1. Cuerpo o carcasa

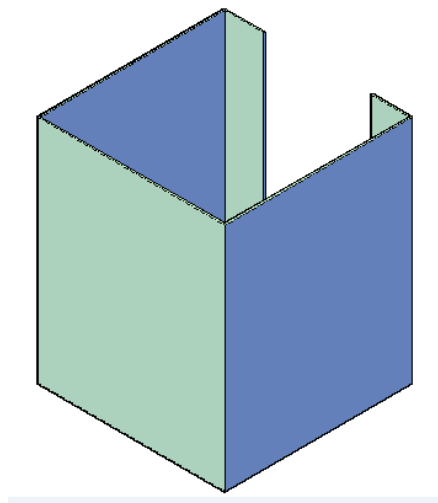


Figura 6. Carcasa metálica de lavadora (Burbano, Oña)

Estructura o cuerpo que soporta a los principales componentes como son: motor, tambor, tina, transmisión, etc. La carcasa metálica empleada corresponde a la original de fábrica de la lavadora.

3.1.1.2. Tina

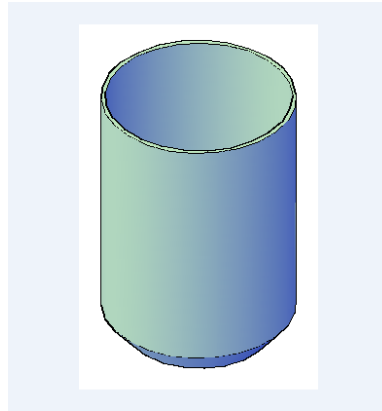


Figura 7. Tina de lavado
(Burbano, Oña)

Cubeta cilíndrica que abarca en su interior al contenido líquido del producto desengrasante, también sirve de soporte para la transmisión de la lavadora y el montaje del cesto giratorio con todos sus accesorios.

Al igual que el anterior elemento corresponde al original de la lavadora reutilizada.

3.1.1.3. Tambor giratorio

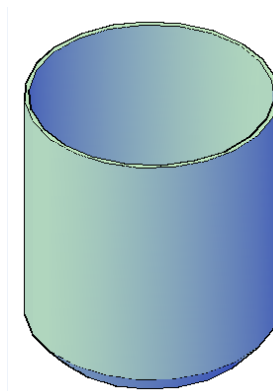


Figura 8. Tambor giratorio
(Burbano, Oña)

Estructura cilíndrica en cuyo interior se colocan las piezas mecánicas a lavar, consta de pequeñas perforaciones que permiten la entrada y salida del producto desengrasante, su

función principal es evitar el choque de las piezas mecánicas con la tina de lavado, además sirve de soporte para la malla filtrante y el bocín magnético.

Este elemento corresponde al de fábrica de la lavadora.

3.1.1.4. Tapa superior

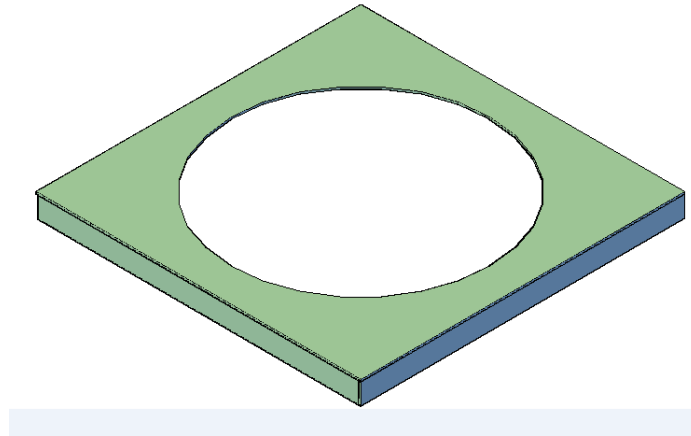


Figura 9. Tapa superior
(Burbano, Oña)

Protección que cubre el interior de la lavadora de factores del medio externo y como unidad de protección durante su funcionamiento. La tapa original fue sustituida completamente debido a que para los fines deseados abarcaba mucho espacio, y dificultaba el ingreso de las piezas mecánicas de tamaño y peso considerable, al interior de la cabina de lavado.

Para garantizar una facilidad de acceso y al mismo tiempo no incrementar pesos a la estructura básica de la lavadora, se diseñó una tapa superior personalizada en fibra de vidrio en un espesor aproximado de 5 [mm], reforzado a sus lados con fórmica, la fibra de vidrio es un material compuesto de filamentos finos de vidrio aglomerados con resinas que al entrelazarse forman una estructura muy fuerte y de características resistentes: a la erosión química, aislantes térmicos y eléctricos.

3.1.1.5. Tapa hermética

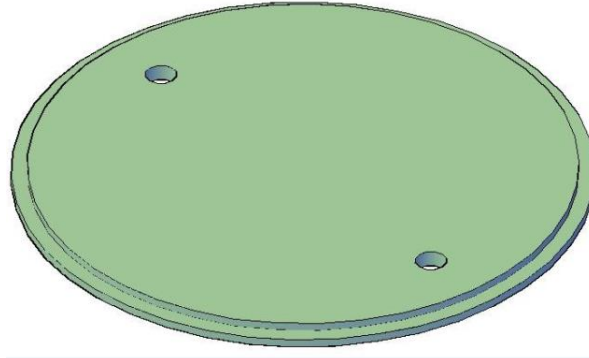


Figura 10. Tapa hermética
(Burbano, Oña)

Es el elemento encargado de la protección contra salpicaduras del líquido desengrasante al exterior de la cabina durante el proceso de lavado, además sirve de base para la fijación de la tubería que sostiene a las boquillas de aspersion.

Está fabricada en acrílico transparente de 13 [mm] de espesor, el cual se seleccionó por su bajo costo con relación al policarbonato, su mayor ventaja de visibilidad y paso de luz, y su mayor facilidad de manipulación y corte.

3.1.1.6. Base soporte de tapa hermética

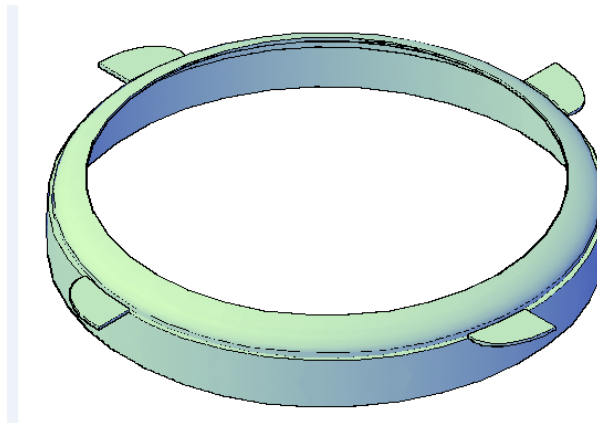


Figura 11. Soporte de tapa hermética
(Burbano, Oña)

Armazón plástico propio de la lavadora reutilizada, sirve de soporte para la fijación de la tapa hermética y el acoplamiento de la tina de lavado con la tapa superior.

3.1.1.7. Base del tambor

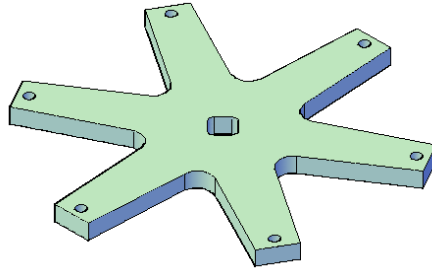


Figura 12. Base para acople de tambor y eje
(Burbano, Oña)

Elemento propio de la lavadora fabricado en hierro que sirve de base del tambor giratorio, además cumple la función de acoplar al eje de la transmisión con el tambor.

3.1.1.8. Base porta piezas

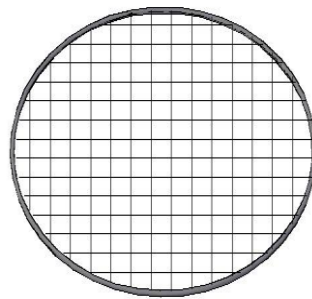


Figura 13. Base porta piezas
(Burbano, Oña)

Elemento encargado de portar a las piezas mecánicas durante el proceso de lavado.

Está conformado por un anillo metálico y una malla de hierro galvanizado los dos de 5 [mm], soldadas entre sí para formar un solo cuerpo de gran resistencia para el soporte de las piezas a lavar, colocada a una determinada altura de otra malla galvanizada inferior, que va en la base del tambor, para con esta separación evitar la salpicadura de la suciedad que tiende a alojarse en la asiento del tambor.

3.1.1.9. Transmisión



Figura 14. Transmisión de lavadora “SAMSUNG” Original (Burbano, Oña)

Elemento propio de la lavadora, originalmente trabajaba de 2 formas diferentes, una para el lavado y otra para el centrifugado.

Esta transmisión fue modificada, particularmente no se vio la necesidad de incorporar el efecto de centrifugado, pues este requiere de altas revoluciones, porque al tratar con piezas mecánicas resulta riesgoso, pues podrían provocar daños internos, principalmente fisuras y desprendimientos.

De esta manera se elimina el mecanismo original de embrague de la transmisión, que es el que selecciona el tipo de movimiento interno, dejando operativo el funcionamiento axial transmitido por el eje más grande, para que gire todo el tambor, eliminando el estriado pequeño que movía únicamente la base del tambor



Figura 15. Transmisión de lavadora “samsung” modificado (Burbano, Oña)

3.1.1.10. Reductor mecánico

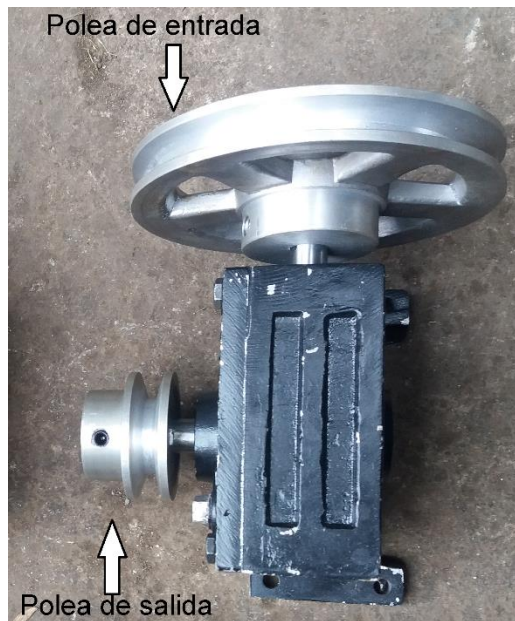


Figura 16. Reductor mecánico (Burbano, Oña)

Elemento encargado de transformar una velocidad de entrada, en una de salida, con una relación de reducción de 40 a 1, es decir que por cada 40 vueltas que se tenga en el eje de entrada al reductor el eje de salida da 1 vuelta, esto ayuda a ganar más fuerza para el movimiento del tambor con las piezas.

Se seleccionó este reductor dado que se ajusta a la disponibilidad de espacio, no tiene mayor dificultad de instalación, además se debe tomar en cuenta que al ser el motor de la lavadora monofásico impide la utilización de otros dispositivos como un variador de frecuencia. Otro factor importante es su costo asequible y disponibilidad en el medio.

3.1.1.11. Poleas

Dispositivos mecánicos de tracción que sirve para transmitir una fuerza. Parte del sistema motriz de la lavadora comprenden el motor eléctrico y el reductor mecánico, mismos que para su funcionamiento hacen uso de poleas.

A continuación se detalla cada una de ellas:

3.1.1.11.1. Polea de motor: Elemento propio del motor que no ha sido modificado y cuyo diámetro es 2,5 [pulg].

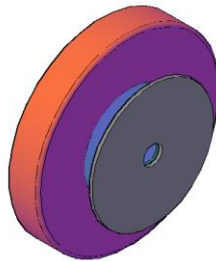


Figura 17. Polea de motor de lavadora
(Burbano, Oña)

3.1.1.11.2. Polea de entrada del reductor: Elemento encargado de recibir la transmisión de movimiento desde la polea del motor de lavadora mediante una banda, fue necesario el remplazo de la polea original por una de menor diámetro para obtener la velocidad requerida a la entrada del reductor.

Para la obtención de las demisiones de la polea se emplea el cálculo de relación de transmisiones, partiendo de la ecuación principal:

$$n2 = \frac{n1 * d1}{d2}$$

Ecuación 1

n2: velocidad 2 o velocidad de entrada al reductor [rpm]

n1: velocidad del motor [rpm]

d1: Diámetro de la polea del motor [pulg]

d2: Diámetro de la polea de entrada del reductor [pulg]

Se reemplaza con los valores que se dispone, como son la velocidad del motor, y los diámetros de las poleas de nuestro reductor así:

$$n_2 = \frac{1725[\text{rpm}] * 2,5[\text{pulg}]}{2[\text{pulg}]} \quad n_2 = 2156,25 [\text{rpm}]$$

Finalmente se aplica la relación del reductor de 40/1 con lo cual:

$$n_3 = \frac{2156,25[\text{rpm}]}{40} \quad n_3 = 53,91[\text{rpm}]$$

n3: Velocidad de salida del reductor o velocidad de giro del tambor de la lavadora.

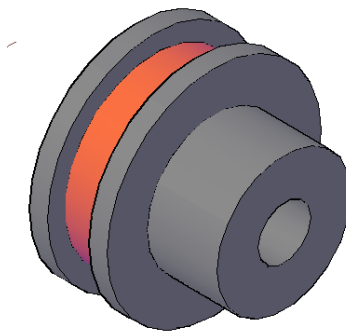


Figura 18. Polea de entrada del reductor dimensionada (Burbano, Oña)

3.1.1.11.3. Polea de salida del reductor: Elemento original del reductor, empleado como acoplamiento tipo matrimonio entre el eje de transmisión de la lavadora y eje de salida del reductor mecánico. Mecanismo comúnmente utilizado en el campo industrial para acoplar maquinarias.



Figura 19. Acople tipo matrimonio motor-bomba (Taller Turbo)

3.1.1.12. Banda de transmisión



Figura 20. Banda de transmisión
(Burbano, Oña)

Se utiliza una banda comercial A-29, del tipo industrial utilizado para maquinaria, por sus características resistentes a la abrasión, con cuerpo de goma y cuerdas de poliéster, tienen una forma tipo V clásica, proporcionan un servicio duradero, soportan temperaturas de -35°C a $+70^{\circ}\text{C}$

3.1.1.13. Base metálica para cabina de lavado

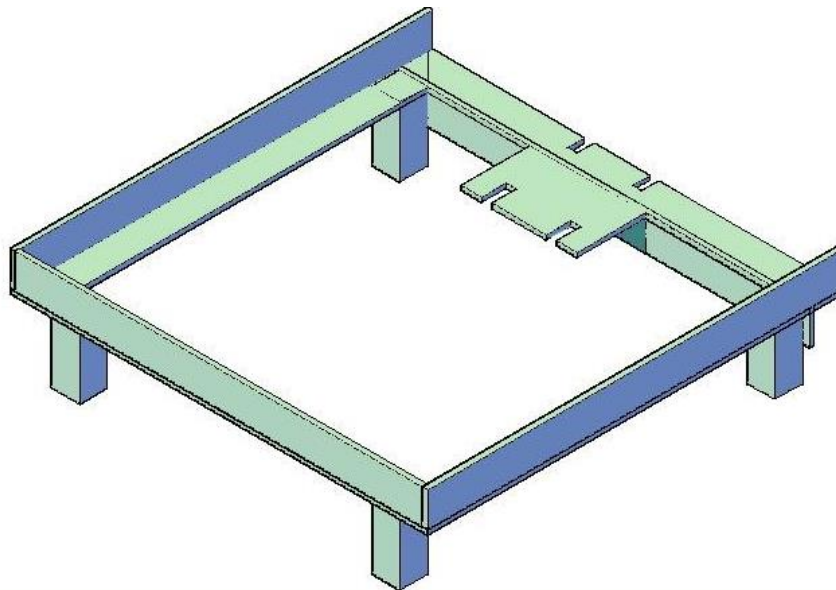


Figura 21. Estructura base para carcasa de lavadora
(Burbano, Oña)

La estructura base de la lavadora original era de plástico, se decidió fabricar una base en hierro negro, se utilizó este material por su bajo costo, gran resistencia y disponibilidad en el mercado.

Otro factor determinante fue el espacio reducido que se tenía con la base original, con la nueva base se consigue más espacio, necesario para la instalación del reductor de velocidad y el montaje del motor.

Con esto se garantiza una mayor estabilidad y resistencia, la razón principal es que al albergar piezas sólidas y estar en movimiento durante el proceso de lavado la cabina tiende a moverse bruscamente.

Se empleó ángulos laminados de 50x4 [mm] y tubo estructural cuadrangular 40x40x3 [mm] para la fabricación de la base metálica cuyas medidas se presentan en el plano 4.

3.1.1.14. Malla galvanizada

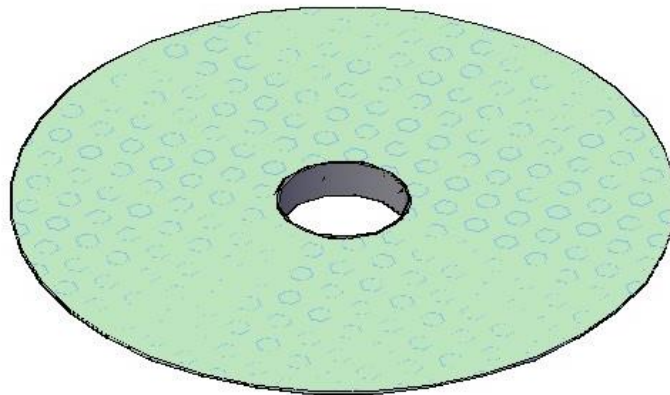


Figura 22. Malla galvanizada
(Burbano, Oña)

Se fabricó este elemento para cumplir la función de retener piezas pequeñas que pudieran sobrepasar la base porta piezas y golpear con la base del tambor y el eje de la transmisión, además sirve para fijar la malla filtrante y el bocín magnético.

Este elemento está elaborado con plancha galvanizada perforada de 5 [mm], rodeado por un anillo de inoxidable y situado en el interior del tambor giratorio, sujeto a él con tornillos autorroscantes de 8 [mm].

3.1.1.15. Ejes roscados

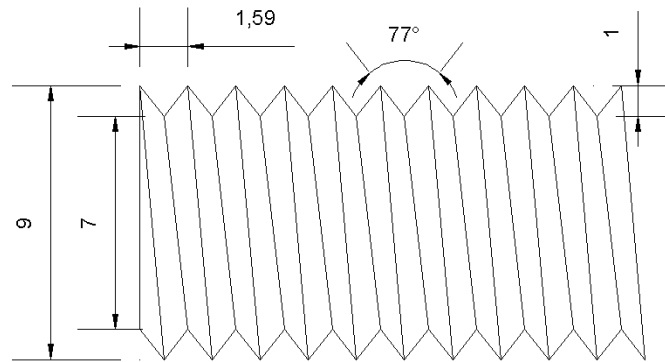


Figura 23. Eje roscado
(Burbano, Oña)

Estos ejes sustituyen a las barras estabilizadoras que comúnmente traen las lavadoras, se optó por cambiarlos ya que otorgan mayor estabilidad a la tina de lavado, las barras estabilizadoras comunes tienen en su estructura resortes que para este caso hace que la tina carezca de firmeza.

Los mencionados ejes roscados son de hierro galvanizado, de longitud y diámetro similares al original, además su característica de ser roscados permite colocar tuercas y contratuerzas para brindar mayor ajuste a la estructura según se requiera

3.1.1.16. Platinas para montaje de motor

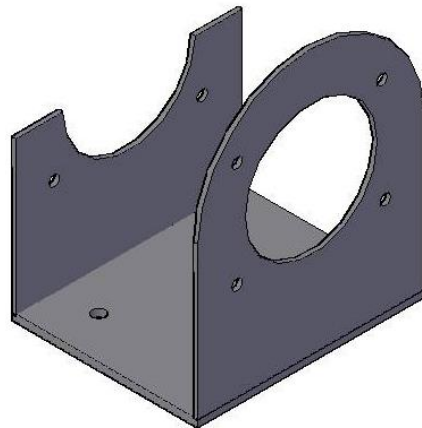


Figura 24. Platinas para motor
(Burbano, Oña)

Estructura metálica formada por 3 planchas de hierro negro, 2 laterales de 4 [mm] y una que actúa como base con un espesor de 6 [mm], soldadas entre sí para albergar al motor eléctrico de la lavadora, brindando una mayor facilidad para su montaje y desmontaje.

3.1.1.17. Base metálica para bomba 1 (Bomba de llenado)

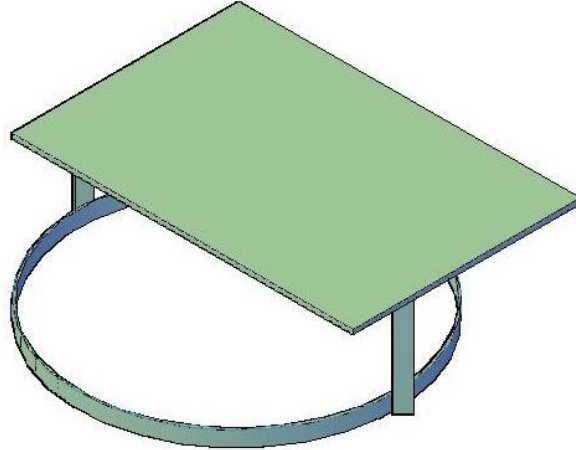


Figura 25. Base metálica para bomba 1
(Burbano, Oña)

Igual que las estructuras anteriores, esta base metálica ha sido manufacturada con una plancha de hierro negro de 6 [mm] de espesor, esta base soporta la bomba eléctrica 1, o bomba de llenado, además de una platina tipo correa de 3 [mm] ajustada con 2 pernos tipo "ALLEN" de 6 [mm] y 3 ángulos laminados estructurales de 25x4 [mm] que sirven de soporte para la plancha.

Dicha estructura va montada sobre la tapa del contenedor del líquido desengrasante, se decidió ubicarla en este lugar para así se tiene una instalación hidráulica sencilla, es decir no se requiere de más espacios y muchos accesorios, con lo cual se reducen las pérdidas de carga en tuberías.

Las medidas y diseño de la estructura han sido establecidas en base al diámetro de la tapa del contenedor y dimensiones de la bomba 1.

3.2. Sistema Hidráulico

El sistema hidráulico de la estación de lavado comprende todos los elementos que están relacionados con la recirculación del líquido desengrasante, en el siguiente esquema se puede notar sus componentes:

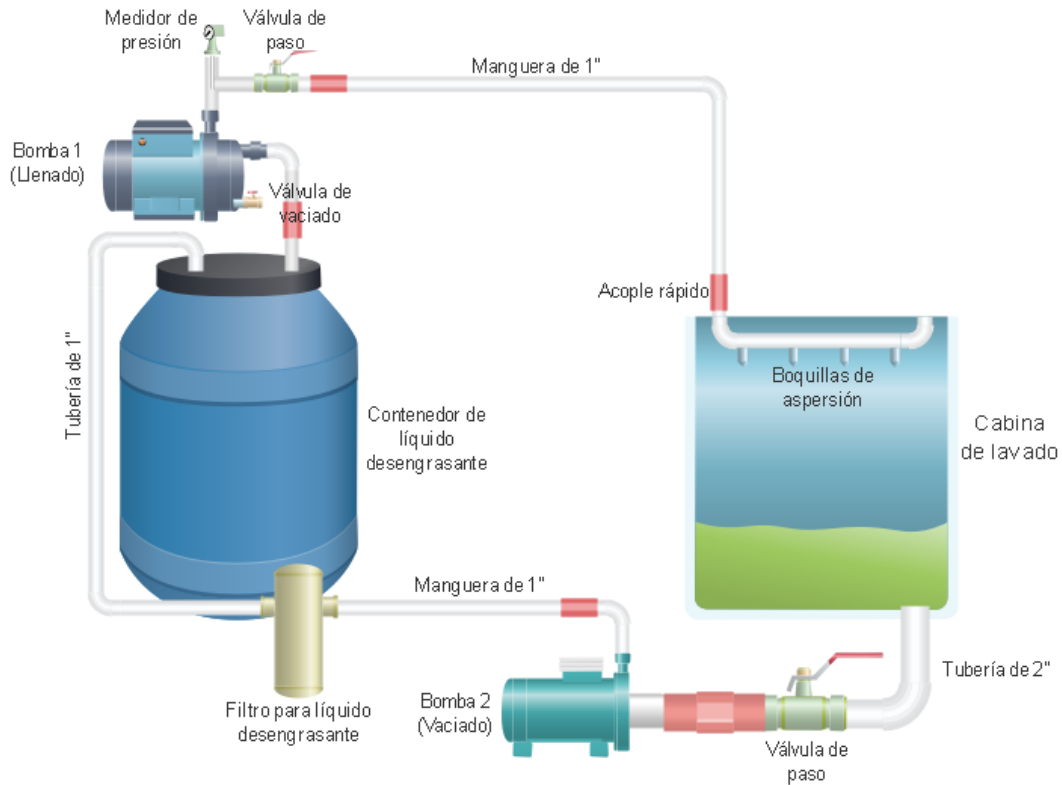


Figura 26. Esquema del sistema hidráulico de la estación de lavado automático (Burbano, Oña)

A continuación se presentará la forma de selección de cada uno de ellos.

3.2.1. Boquillas de aspersión

Son los elementos de salida del sistema, los encargados de que el líquido desengrasante impacte a las piezas sucias por medio de un determinado flujo y una determinada presión final.

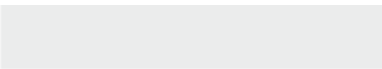
Se tomaron en cuenta diversos proveedores de estas boquillas, teniendo en consideración que para esta aplicación se requiere que el líquido tenga más presión que

caudal, para que los chorros a presión que impactan en las piezas mecánicas ayuden a remover la suciedad de estas.

Con base en estos criterios y con sugerencias de profesionales dedicados a instalación de sistemas de bombeo y asesores de las comercializadoras se pudo localizar boquillas similares a la de la fig. 27.

Estas boquillas denominadas de chorro plano en V presentan una gran variedad de valores de caudal y presión, su costo estimado es de \$ 35 la unidad, lo que motivó a revisar su característica geométrica, para tratar de personalizar con acoples disponibles en el medio, con ciertos trabajos de corte o torneado, logrando obtener físicamente un resultado muy parecido al original como se muestra en la fig. 28 con los acoples de aire normales tipo macho DCP21 de 1/4 [pulg].

También se constató que una de las boquillas de la hidrolavadora "PORTEN" disponible en el taller, tiene una forma similar a la personalizada, como se constata en la fig. 29, válvula que soporta caudales entre aproximadamente 8 [ltrs/min] a 31 [ltrs/min] y presiones de hasta 1750 [psi]



v 0,06 – 790 l/min.
P 0,3 – 35 bar
(15° - 110°
1/8", 1/4", 3/8", 1/2"
Material: SS, 316SS, Bronce

Figura 27. Boquilla de aspersión chorro plano en V (Induservices)



Figura 28. Boquilla Tipo DCP21 de 1/4 [pulg] de acero modificada (Burbano, Oña)



Figura 29. Boquilla en V de Hidrolavadora “PORTEN” 31 [ltrs/min] 1750 [psi]
(Taller Turbo)

3.2.2. Bomba eléctrica 1 (Bomba de llenado)

La bomba 1, es un elemento primordial para el sistema de lavado, es el elemento encargado de llenar la tina de lavado; en la etapa del lavado sumergido y suministrar el líquido a presión durante la etapa del lavado a presión.

La selección de la bomba 1 tiene sus fundamentos en los conceptos básicos de mecánica de fluidos, relacionados con la altura manométrica, caudal y presión, los mismos que se obtienen con datos conocidos y otros calculados en base a fórmulas preestablecidas.

Para este caso el dato del caudal se tomó de una de las boquillas de aspersion de hidrolavadora “PORTEN” a la cual se conoce y se ha visto trabajando, según su hoja técnica y lo registrado anteriormente corresponde a un caudal de 30 [ltrs/min] por cada boquilla.

Por consiguiente se tiene que:

$$Q_t = Q \text{ de un rociador } \times \text{ Número de rociadores requeridos}$$

Ecuación 2

Donde:

Q_t : Caudal total que debe suministrar la bomba.

$$Q_t = 31 \times 4 = 124 \left[\frac{\text{ltrs}}{\text{min}} \right]$$

Para el caso de la altura manométrica, se determina mediante la siguiente expresión matemática:

$$HB = Hg + Pc + 10 \frac{Pi - Pa}{\gamma}$$

Ecuación 3

Donde:

H_B es la altura manométrica.

H_g es la altura geométrica.

P_c es la pérdida de carga en la tubería y accesorios.

P_i es la presión de impulsión.

P_a es la presión de aspiración.

γ es el peso específico del fluido en cuestión.

Para este caso se considera que si bien la cabina de lavado y contenedor del líquido desengrasante se encuentra tapados, no lo están herméticamente, por lo que se puede considerar que las presiones en el interior de los contenedores es igual a la presión atmosférica. Por lo tanto, $P_i = P_a$ con lo que el término $10 \frac{P_i - P_a}{\gamma}$ es igual a 0, reduciéndose la ecuación a lo siguiente:

$$HB = Hg + Pc$$

Ecuación 4

Para determinar la altura manométrica total, se debe determinar la altura manométrica tanto en la impulsión como en la aspiración, y se lo hace mediante la expresión:

$$HB = Ha + Hi$$

Ecuación 5

Donde:

H_B : Altura manométrica total.

H_a : Altura manométrica en la aspiración.

H_i : Altura manométrica en la impulsión.

Para el cálculo de la altura manométrica en la aspiración se empleará la expresión:

$$H_a = H_{a0} + P_{ca}$$

Ecuación 6

Para determinar las pérdidas de carga en tuberías y accesorios se hace el uso de tablas normalizadas para cada tipo de tubería (Anexo II). Además, es necesario la determinación de la longitud equivalente total ($L_{equi.}$) que comprende a la longitud total de tubería más el equivalente en tubería horizontal de cada uno de los accesorios, cuyos valores también se encuentran estandarizados en tablas (Fig. 30).

Ø del tubo	Conos difusores	Codo de 45°	Codo de 90°	Curva de 90°	Válvula de pie	Válvula de reten.	Válvula abierta	Válvula cerrada 1/4	Válvula cerrada 1/2	Válvula Cerrada 3/4
25	e	0,5	1	0,5	5	4		1	5	20
32		0,5	1	1	6	5		1,5	6	25
40		1	1,5	1	8	7		1,5	8	30
50		1	1,5	1	9	8	0,5	2	10	40

Figura 30. Metro de tubería equivalente (imgemecanica.com)

Tramo de aspiración (succión):

Tabla 1. Longitud equivalente del tramo de succión (Burbano, Oña).

Elementos	Longitud equivalente
1 válvula de pie	5 [m]
Tubería horizontal	1.5 [m]
1 codo de 90°	1 [m]
1 válvula	4 [m]
Longitud total	11.5 [m]

Según tablas de pérdidas de carga en tubería PVC (Anexo II), para un caudal de 124 [ltrs/min] y un diámetro de tubería de 1 [pulg], corresponde a 27,72 [m.c.a./100 metros de tubería].

Se ha decidido tomar como medida de tubería 1 [pulg], pues es la medida más común utilizada en las bombas eléctricas, para aplicaciones que no requieren de gran potencia.

Determinación de la H_a empleado la ecuación 6 (Altura manométrica en la aspiración).

El término P_{ca} se obtiene realizando una regla de 3 simple, teniendo en cuenta que por cada 100 [m] de tubería se tiene una pérdida de 27,72 [m.c.a.], se halla el valor de pérdidas para 11,5 [m].

$$H_a = 11,5 + \frac{11,5 * 27,72}{100} = 14,69 [m].$$

Tramo de impulsión (descarga).

Tabla 2. Longitud equivalente del tramo de impulsión (Burbano, Oña).

Elementos	Longitud equivalente
Tubería horizontal	3 [m]
4 codo de 90°	4 [m]
1 válvula	4 [m]
Longitud total	11 [m]

Según tablas de pérdidas de carga en tubería PVC (Anexo II), para un caudal de 124 [lts/min] y un diámetro de tubería de 1 [pulg], corresponde a 27,72 [m.c.a./100 metros de tubería].

Determinación de la H_i empleando la ecuación 6 (Altura manométrica en la impulsión).

El término P_{ci} se obtiene realizando una regla de 3 simple, teniendo en cuenta que por cada 100 [m] de tubería se tiene una pérdida de 27,72 [m.c.a.], se halla el valor de pérdidas para 11 [m].

$$H_i = H_i + P_{ci}$$

$$H_i = 11 + \frac{11 * 27,72}{100} = 14,05 [m]$$

Aplicando la ecuación 4 la altura manométrica total será igual a:

$$H_B = 14,69 + 14,05 = 28,74 [m]$$

Otro parámetro de vital importancia para la selección de la bomba es la potencia eléctrica (HP), la cual se determina mediante la siguiente expresión:

$$Pot(HP) = \frac{Qt * D}{76 * \eta}$$

Ecuación 7

Donde:

Pot: Potencia eléctrica de la bomba.

Qt: Caudal total requerido.

D: Diámetro de la tubería.

η : Rendimiento de la bomba.

$$Pot[HP] = \frac{124 * 1}{76 * 0,85} = 1,9 [HP]$$

Se obtuvo un valor de 1,9 [HP], como este valor no es comercial se toma el inmediato superior que es de 2 [HP].

Con estos datos obtenidos se recurre a tablas de bombas eléctricas para realizar la selección de la misma.

Con los datos obtenidos y la disponibilidad del catálogo de bombas "PEDROLLO", se seleccionó la bomba "PEDROLLO" CPM 660, (figuras 31 y 32) citando brevemente que Taller Turbo también comercializa bombas eléctricas y ha brindado las facilidades de pago y acceso a estos equipos.

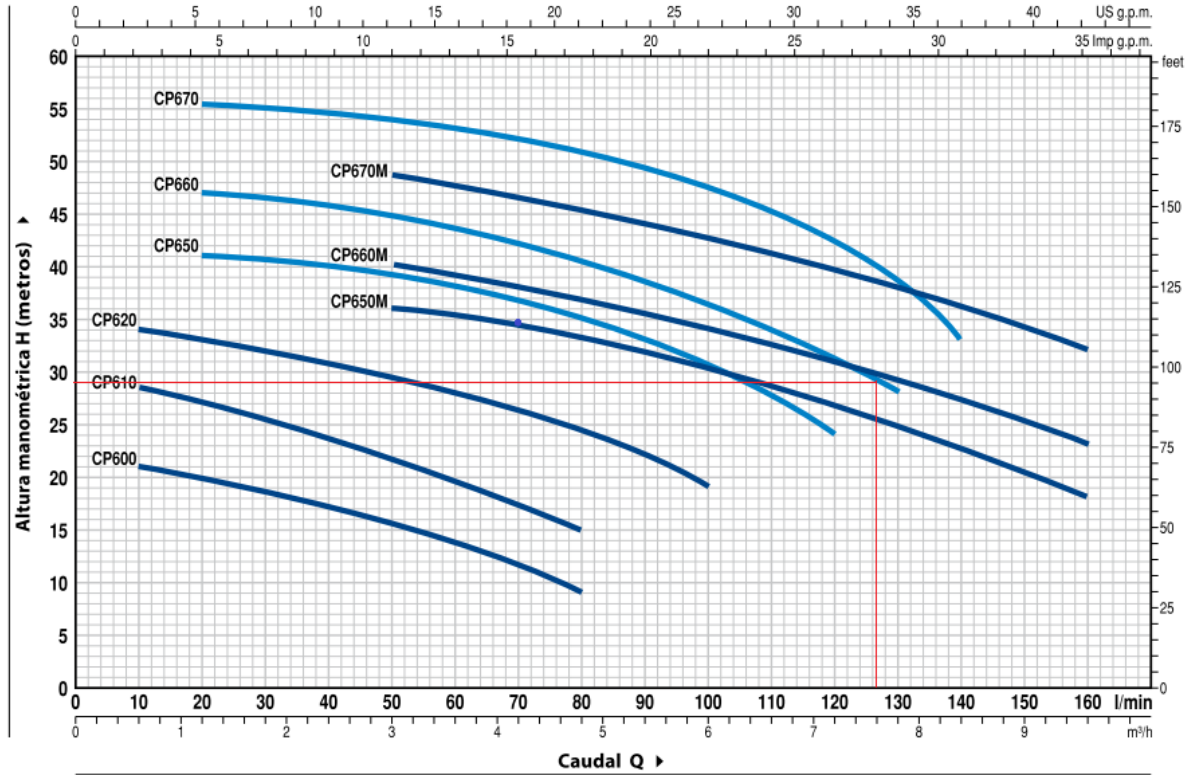


Figura 31. Curva de selección bombas eléctricas “PEDROLLO” (Catálogo bombas “PEDROLLO”)

MODELO		POTENCIA (P ₂)		▲	Q	H metros																			
Monofásica	Trifásica	kW	HP			m ³ /h	0	0.6	1.2	1.8	2.4	3.0	3.6	4.2	4.8	5.4	6.0	6.6	7.2	7.8	8.4	9.0	9.6		
					l/min	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160			
CPm 600	CP 600	0.37	0.50	IE2	H metros	22	21	20	18.5	17	15.5	14	12	9											
CPm 610	CP 610	0.60	0.85			30	28.5	27	25.5	23.5	21.5	19.5	17.5	15											
CPm 620	CP 620	0.75	1			35	34	33	31.5	30.5	29.5	28	26.5	24.5	22	19									
CPm 650	CP 650	1.1	1.5	IE3	H metros	42	41.5	41	40.5	39.5	39	38	36.5	35	33	30	27	24							
CPm 660	CP 660	1.5	2			48	47.5	47	46.5	46	45	43.5	42	40.5	38.5	36	33.5	31	28						
CPm 670	CP 670	2.2	3	IE3	H metros	57	56.5	55.5	55	54	53.5	53	52	50.5	49.5	47	45	42.5	38	33					
CPm 650M	CP 650M	1.1	1.5			IE2	39	38.5	38	37	36.5	36	35	34	33	32	30	28.5	26.5	24.5	22.5	20	18		
CPm 660M	CP 660M	1.5	2			43	42.5	42	41	40.5	40	39	37.5	36.5	35	34	32.5	31	29	27	25	23			
CPm 670M	CP 670M	2.2	3		H metros	51	50.5	50.5	50	49.5	48.5	47.5	46.5	45	44	42.5	41	39.5	37.5	36	34	32			

Q = Caudal H = Altura manométrica total HS = Altura de aspiración Tolerancia de las curvas de prestación según EN ISO9906 Grado 3B.

▲ Clase de rendimiento del motor trifásico (IEC 60034-30)

Figura 32. Característica técnicas bombas eléctricas “PEDROLLO” (Catálogo bombas “PEDROLLO”)

Tabla 3. Datos para adquisición de la bomba eléctrica 1 (Burbano, Oña)

Datos de bomba seleccionada	
Modelo	CPm 660
Potencia [HP]	2
Caudal [l/min]	130
Número de fases	1

3.2.3. Bomba eléctrica 2 (Bomba de vaciado)

En el sistema hidráulico, la bomba de vaciado es la encargada del desalojo del líquido desengrasante de la tina una vez culminado el tiempo de lavado sumergido.

En la etapa de lavado a presión es la encargada de vaciar la tina constantemente con la finalidad de retornar el líquido de manera rápida al contenedor para mantener una recirculación constante del mismo.

Para la selección de la bomba eléctrica 2, se procedió de manera diferente, con base en el trabajo que va a realizar esta bomba, se puede inferir que lo más idóneo en este caso es una bomba que mueva gran cantidad de líquido, es decir se requiere una bomba de caudal.

Como ya se mencionó Taller Turbo cuenta con bombas eléctricas de diferentes características, una de ellas es la bomba de la marca BP que posee cualidades similares a la bomba de llenado a excepción del caudal, que es aproximadamente 4 veces mayor, que será favorable para un vaciado rápido.

Otro factor a tener en cuenta es la utilización del filtro, es importante porque va instalado en la descarga de la bomba y el mencionado filtro requiere de un valor de presión para realizar su trabajo (filtrar).

Bajo la premisa de que bombas que mueven grandes cantidades de líquido lo hacen a baja presión, surge la necesidad de conocer si la presión en la descarga de la bomba BP es la requerida por el filtro.

La siguiente expresión matemática arroja un valor aproximado de presión generada por la bomba.

$$H = \frac{HP * 76 * \eta}{Q}$$

Ecuación 8

Donde:

H: Altura en [m.c.a.].

HP: Potencia de la bomba.

η : Rendimiento de la máquina.

Q: Caudal en [ltrs/seg].

Aplicando la ecuación se obtiene:

$$H = \frac{2*76*0.85}{8} = 16 \text{ [m.c.a.]}$$

Se obtiene un valor de 16 [m.c.a.], sabiendo que 1 [m.c.a] es equivalente a 1,421 [PSI], se realiza la respectiva conversión obteniendo 22,7 [PSI].

De acuerdo a los datos técnicos del filtro seleccionado, se determina que el valor de presión obtenido es el adecuado para el filtro.

En base a los criterios antes mencionados se puede inferir que la bomba de la marca BP es la adecuada. Cabe recalcar que dicha bomba no es muy conocida en el medio, por lo que no se cuenta con las curvas características de la misma.

Tabla 4. Datos de placa bomba eléctrica BP (Burbano, Oña)

Datos de bomba seleccionada	
Modelo	BCBP2
Potencia [HP]	2
Caudal [l/min]	480
Número de fases	1

3.2.4. Filtros

En gran parte, la vida útil del líquido desengrasante depende del filtrado del mismo, ya que las piezas a lavar contienen además de grasa industrial, partículas de suciedad, que

deben ser retiradas no solo para alargar la vida útil del desengrasante sino también para proteger a las bombas eléctricas.

Se tomaron en cuenta 2 opciones, la trampa de grasa comúnmente empleadas en el sector gastronómico y la línea de filtros plásticos “PLASTIGAMA”, orientados a la agricultura.

El funcionamiento de la trampa de grasa es basado principalmente en la diferencia de densidad entre el agua, la grasa y otras partículas. Los elementos de menor densidad tienden a agruparse en la superficie del líquido, mientras que los de mayor densidad se agrupan en el fondo del recipiente, y en la parte media que el líquido libre de grasas. El principal inconveniente que presentó para el uso en este proyecto es el tiempo que le toma a la trampa para realizar este proceso de separación, dado que en esta aplicación se requiere una constante recirculación del líquido desengrasante, el tiempo disponible para la separación de esta grasa es mínimo.

La ventaja de los filtros plásticos “PLASTIGAMA” es su rápida acción de filtrado, además cuenta con un accesorio filtrante el cual puede ser regulado de acuerdo al tamaño de las partículas a filtrar, adicional a esto su fácil desmontaje para realizar la respectiva limpieza y reutilización, o reemplazo del mismo lo convierte en la opción más conveniente para la utilización en este proyecto, otra ventaja es su precio reducido en comparación con la trampa de grasa. Por tales motivos se ha optado por el uso de esta clase de filtros.



Figura 33. Filtro plástico “PLASTIGAMA”
(Catálogo línea de complementos filtros PVC)

A más del filtro antes mencionado, se ha optado por añadir elementos que actúen como un pre filtrado, con la finalidad de garantizar un buen filtrado del líquido, se ha elaborado una malla filtrante, a más de eso se ha añadido un filtro magnético (Imán), para atrapar no solo las partículas de suciedad metálicas (limallas), sino también pequeños elementos

pertenecientes a las maquinas que pudieran sobrepasar la base que porta a las piezas mecánicas durante el lavado.



Figura 34. Bocín magnético (Burbano, Oña)



Figura 35. Base perforada y malla (Burbano, Oña)

3.2.5. Accesorios de instalación hidráulica

En el sistema hidráulico se emplearon varios elementos de plomería como son: codos, reductores, neplós, abrazaderas, entre otros. Las medidas de los mismos son de acuerdo a las medidas de las bombas, tanto de llenado como de vaciado. La cantidad de elementos empleados en la instalación se encuentra detallada en la siguiente tabla:

Tabla 5. Accesorios empleados en instalación hidráulica (Burbano, Oña)

Codos 90°	2 de 2"	5 de 1"	
T's	1 de 1"		
Reductor	1 de 2" a 1"	1 de 1" a 1/2"	1 de 1/2" a 1/4"
Neplo	3 de 2"	4 de 1"	
Tapón hembra	1 de 1"		

Con la finalidad de brindar una mayor facilidad en la realización del mantenimiento de la máquina, se decidió utilizar acoples rápidos fabricados en aluminio y válvulas de paso, mismos que cuentan con los requerimientos técnicos idóneos para su utilización.



Figura 36. Acople rápido de aluminio (Agrícola Baquero)



Figura 37. Válvula de esfera galvanizada (Servimangueras)

A la salida de la bomba de llenado se optó por utilizar una manguera para succión y descarga, principalmente por su fácil manipulación y basados también en los datos técnicos brindados por sus distribuidores



Figura 38. Manguera succión descarga PVC (Servimangueras)

Tabla 6. Características manguera succión descarga PVC (Servimangueras)

Especificaciones técnicas	
Aplicación	Para succión con motobombas, uso agrícola, industria, construcciones, aplicaciones generales en la industria.
Tubo y Cubiertas	Copolímero termoplástico
Refuerzo	Fibra de PVC
Propiedades	Resistente a la humedad, fácil manejo, arrastre y rayos U.V
Color	Verde
Diámetros	Desde 1[pulg] a 3 [pulg]
Temperatura	5°F a +122°F (-15°C a +50°C)
Presión	120[psi] -60[psi]

3.2.6. Contenedor

El elemento seleccionado corresponde a un contenedor plástico, mismo que es utilizado para el transporte de productos químicos para la industria textil, su capacidad es de 120 litros, elaborado de un material resistente de fácil transporte y manipulación.



Figura 39. Contenedor plástico seleccionado
(Burbano, Oña)

3.2.7. Desengrasante Industrial

Considerado el fluido que recirculará por el sistema, denominado Degrease Ec, formado en base a químicos, solventes, humectantes y otros ingredientes, considerada la mejor opción, con la capacidad de poderse disolver en n partes de agua, en una relación establecida de acuerdo a las aplicaciones, muy utilizado en lavadoras de vehículos, utilizado para lavado de motores, cajas de cambio, entre otras aplicaciones industriales.



Figura 40. Desengrasante industrial Degrease EC_Presentación de 20 [ltrs]
(Chemlok_Ecuador)

3.3. Sistema eléctrico y automatización

Taller Turbo al ser un establecimiento que trabaja con maquinaria que opera a diferente voltaje, cuenta con fuentes de alimentación de 220 VAC y 110 VAC.

La estación de lavado automático para su funcionamiento cuenta con una 2 bombas centrífugas de diferentes características entre sí, además de un tablero de control, que albergará los mini-contactores, interruptor termo-magnético, autómatas programables, dispositivos de mando, etc.

Para la instalación eléctrica de la estación de lavado se requiere una fuente de alimentación de 220 V con neutro, dado que la bomba 1 es el equipo que demandará mayor cantidad de energía eléctrica, se tomará como base para la realización de los cálculos pertinentes.

Tabla 7. Datos de placa bomba 1 (Burbano y Oña)

Datos de placa de la bomba 1	
Potencia (HP)	2
Potencia (kW)	1.5
Voltaje (V)	220
Corriente (A)	10
Frecuencia (Hz)	60
Letra de identificación	F

Tabla 8. Datos de placa bomba 2 (Burbano y Oña)

Datos de placa de la bomba 2	
Potencia (HP)	2
Potencia (kW)	1.5
Voltaje (V)	220
Corriente (A)	15.2
Frecuencia (Hz)	60
Letra de identificación	F

Tabla 9. Datos de placa motor de lavadora (Burbano y Oña)

Datos de placa de motor lavadora	
Potencia (HP)	0.5
Potencia (kW)	0.375
Voltaje (V)	110
Corriente (A)	6.5
Frecuencia (Hz)	60
Letra de identificación	F

3.3.1. Alimentación del sistema

El calibre del conductor eléctrico que servirá de alimentación principal para el sistema se determina mediante la siguiente expresión:

$$I = 1.25 * I_{pc}(\text{motor mayor}) + \sum I_{pc}(\text{otros motores})$$

Ecuación 9

Donde:

I: Corriente del alimentador.

1.25: Constante de multiplicación.

I_{pc} : Corriente plena carga del motor (generalmente indicado en tablas).

$$I = 1.25 * 12.5 + (12.5 + 7.8 + 1) = 36.925 \text{ [Amp]}.$$

Para este caso el valor de I_{pc} se obtuvo de la tabla (Anexo III) del Código Eléctrico Ecuatoriano. Con este valor de corriente se recurre a tablas de las diferentes comercializadoras de cables del país para la selección del calibre del alimentador principal del sistema. El conductor debe soportar una corriente de 36.925 [Amp.], dado el caso de que el valor de corriente obtenido no sea comercial se deberá seleccionar el conductor cuyo valor de corriente sea el inmediato superior al valor determinado.

CALIBRE AWG ó MCM	SECCION mm ²	FORMACION No. de hilos por diámetro mm.	ESPEJOR AISLAMIENTO mm.	DIAMETRO EXTERIOR MM.	PESO TOTAL Kg/Km	CAPAC. DE CORRIENTE para 1 conductor al aire libre Amp.	CAPAC. DE CORRIENTE para 3 conductores en conduit Amp.	ALTERNAT. DE EMBALAJE.
12	3,31	7 x 0,78	1,14	4,14	46,90	35	25	A,C
10	5,26	7 x 0,98	1,14	4,62	67,50	50	35	A,D
8	8,37	7 x 1,23	1,52	5,98	116,60	70	50	A,B,E

Figura 41. Cables THW “ELECTROCABLES” del Ecuador (Catálogo “ELECTROCABLES”)

El cable seleccionado corresponde al #10 AWG, debido a que cumple con la capacidad de conducción de corriente requerida además de ajustarse perfectamente a las condiciones ambientales de trabajo del taller.

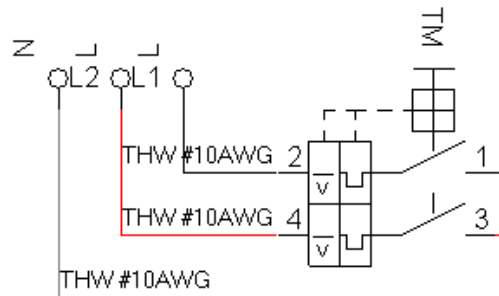


Figura 42. Esquema de alimentación del sistema eléctrico (Burbano, Oña)

3.3.2. Alimentación de los circuitos derivados

Para la alimentación de los circuitos derivados el calibre del cable se determina con la siguiente expresión:

$$I = 1.25 * I_{pc}$$

Ecuación 10

Donde:

I corresponde al valor de corriente para selección del cable.

1.25 es la constante de multiplicación.

I_{pc} corresponde a la corriente a plena carga(indicado en tablas).

Para la bomba 1 se tiene que:

$$I = 1.25 * 12.5 = 15.625 \text{ [Amp.]}$$

Para la bomba 2 se tiene que:

$$I = 1.25 * 12.5 = 15.625 \text{ [Amp.]}$$

Para el motor de lavadora se tiene que:

$$I = 1.25 * 7.8 = 9.75 \text{ [Amp.]}$$

Los valores de I_{pc} para cada elemento fueron tomados de la tabla de corriente a plena carga para motores emitida por el Código Eléctrico Ecuatoriano (Anexo III).

Como los valores de corriente obtenidos no son comerciales, se procede a seleccionar el calibre de cable cuyo valor de corriente sea el inmediato superior al valor obtenido.

Para conductores destinados a emplearse en instalaciones eléctricas, se tiene que el calibre mínimo es el número 14 AWG con un valor de corriente de 20 [Amp.], por consiguiente el calibre del cable seleccionado corresponde al antes mencionado.

CALIBRE AWG ó MCM	SECCION mm ²	FORMACION No. de hilos por diámetro mm.	ESPESOR AISLAMIENTO mm.	DIAMETRO EXTERIOR MM.	PESO TOTAL Kg/Km	CAPAC. DE CORRIENTE para 1 conductor al aire libre Amp.	CAPAC. DE CORRIENTE para 3 conductores en conduit Amp.	ALTERNAT. DE EMBALAJE.
8	8,34	1 x 3,26	1,52	6,30	104,50	70	50	A,B
14	2,08	7 x 0,62	1,14	2,28	33,20	30	20	A,B
12	3,31	7 x 0,78	1,14	4,14	46,90	35	25	A,C

Figura 43. Cables THW "ELECTROCABLES" del Ecuador (Catálogo "ELECTROCABLES")

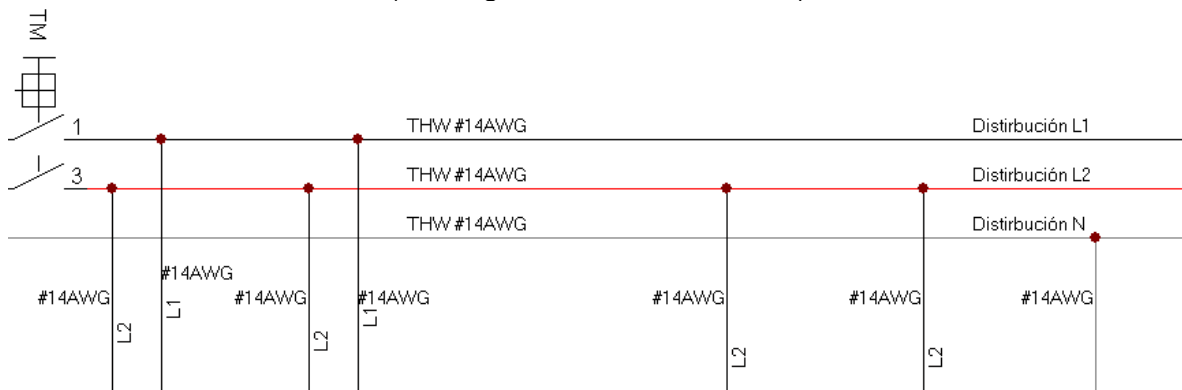


Figura 44. Esquema de alimentación de circuitos derivados (Burbano, Oña)

3.3.3. Protección

Para proteger al sistema se optó por instalar un interruptor termomagnético, este dispositivo tiene la capacidad de brindar una protección por sobrecarga y por cortocircuito, la manera de dimensionar el interruptor termomagnético es mediante la determinación del valor de corriente que circulará por él, para esto se aplica la siguiente ecuación:

$$I_t = I_{\text{arranque máxima}}(\text{motor mayor}) + \sum I_{pc} (\text{otros motores})$$

Ecuación 11

Donde:

I_t : Corresponde a la corriente de termomagnético.

I_{pc} : Corresponde a la corriente a plena carga del motor (generalmente indicado en la placa del motor).

Para determinar la $I_{\text{arranque máxima}}$ (corriente de arranque máxima) se emplea la siguiente ecuación:

$$KVA_{max} = KVA/HP * HP$$

Ecuación 12

Donde:

KVA : Es la potencia aparente de la máquina.

KVA/HP: Relación de la potencia aparente con respecto a potencia activa.

HP: Potencia activa de la máquina.

$$KVA_{max} = 5.59 * 2 = 11.18 [KVA]$$

El valor de potencia obtenido es empleado para encontrar la corriente máxima de arranque, se lo consigue con la siguiente expresión:

$$S = V * I$$

Ecuación 13

Donde:

S: Es la potencia aparente de la máquina.

V: Voltaje bajo la que trabaja la máquina.

I: Corriente de la máquina.

Despejando la corriente se obtiene:

$$I = \frac{S}{V} = \frac{11.180 \text{ VA}}{220 \text{ V}} = 50.81 \text{ [Amp]}$$

Reemplazando en ecuación 2, se obtiene:

$$I_t = 50.81 + 13.6 + 7.8 + 1 = 73.21 \text{ [Amp]}$$

El valor obtenido no es comercial por lo tanto se debe seleccionar un interruptor termo-magnético de un valor superior que para este caso es de 80 [Amp].

Otro aspecto a tener en cuenta es la curva de disparo del interruptor termo-magnético

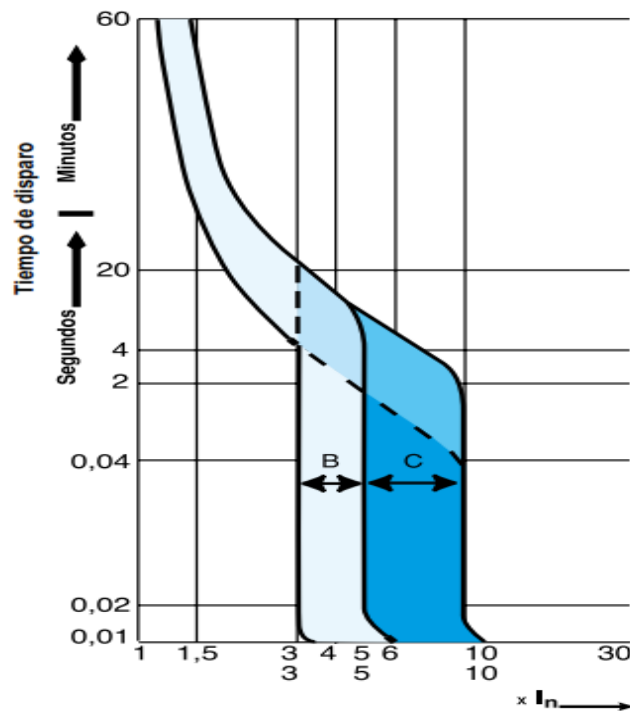


Figura 45. Curvas de disparo de Interruptor Termo-magnético marca “WEG” (Catálogo “WEG”)

La curva que se considerará es la C, esta curva indica que esta clase de interruptor puede soportar durante un cierto tiempo hasta 10 veces la corriente nominal, antes de dispararse, esto es importante ya que en el momento del arranque del motor se produce una corriente denominada corriente de arranque, esta corriente puede llegar a ser, en los casos más extremos, hasta 10 veces el valor de la corriente nominal.

Una vez determinados estos parámetros se acude a las tablas para seleccionar el dispositivo.

Referencia	Corriente	Curva	IEC 60898 230/400 V ca Icn (kA)	IEC 60947-2 230/400 V ca Icu (kA)
MDW-C70-2	70 A	C	3	5
MDW-C80-2	80 A	C	3	5
MDW-C100-2	100 A	C	3	5

Figura 46. Interruptores Termomagnéticos marca “WEG”
(Catálogo “WEG”)

Se muestra la información del interruptor termomagnético seleccionado:

Tabla 10. Información técnica de elemento seleccionado (Burbano, Oña)

Código	MDW-C80-2
Tipo de curva	C
Corriente	80
Numero de polos	2

Si bien en los cálculos preliminares se obtuvo un valor de 73,21 [Amp.], dicho valor no es comercial por lo tanto se escoge uno de un valor superior ya que de escoger un inferior podría causar fallos en el funcionamiento.

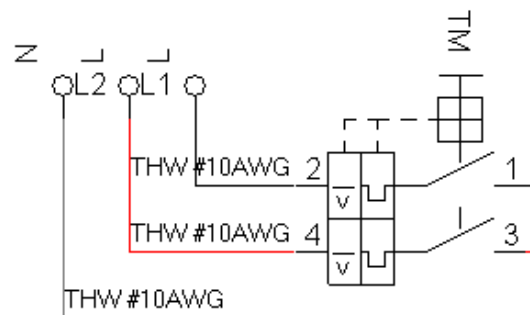


Figura 47. Esquema del dispositivo de protección
(Burbano y Oña)

3.3.4. Autómata programable

Para la automatización de la estación de lavado se cuenta con tres opciones principales: microcontrolador, PLC y PLC Logo.

Para la selección del autómata programable adecuado, se han analizado las principales características de cada uno presentadas en la siguiente tabla.

Tabla 11. Características principales de autómatas programables (Burbano, Oña)

Autómata programable	Campo de aplicación	Lenguaje de programación	Ventajas	Desventajas	Datos técnicos	precio
Microcontrolador (PIC)	Domótica Industria automotriz	Lenguaje C Lenguaje Ensamblador	Bajo costo Para aplicación en la industria requiere de numerosos complementos.	Mano de obra especializada. Necesita de elementos complementarios.	Alimentación 5VDC EL número de entradas y salidas depende en gran parte de la programación.	Entre 5 y 8 USD
PLC Logo SIEMENS	Control industrial	Leader FBD	Facilidad de programación. Seguridad en el proceso. Empleo de poco espacio. Fácil instalación.	Centraliza el proceso. Condiciones ambientales apropiadas. Mayor costo para controlar tareas muy pequeñas o sencillas.	Alimentación varía de acuerdo al modelo. 8 Entradas 4 Salidas	V6: 100 USD V7: 150 USD V8: 210 USD
PLC	Control industrial	Leader FBD SFC	Mayor rapidez de respuesta. Interfaz gráfica. Flexibilidad Control de procesos complejos.	Mano de obra especializada. Condiciones ambientales apropiadas. Mayor costo para controlar tareas muy pequeñas o sencillas.	Alimentación varía de acuerdo al modelo. 8 Entradas 8 salidas	S7 1200: 400 USD

Además de los requerimientos para la automatización de la estación de lavado.

Tabla 12. Requerimientos para automatización de la estación de lavado (Burbano y Oña)

Requerimiento para automatización	
Número de entradas digitales	11
Número de entradas analógicas	0
Número de salidas digitales	7
Número de salidas analógicas	0

En base al análisis de los parámetros antes mencionados el autómata seleccionado es el PLC Logo V6, dado que cumple con los requerimientos para su uso en la estación de lavado.



Figura 48. Logo “siemens” 12/24RC (Burbano, Oña)

El Logo V6 es el elemento encargado de comandar las bombas electricas y el motor de la lavadora, mediante pulsadores conectados en sus entradas y en base a un programa previamente cargado al equipo.

Este autómata programable brinda 4 salidas a 10 [Amp] tipo relé, lo que implica que se las puede trabajar tanto con AC como con DC considerando sus limites máximos de voltaje para cada uno de los casos, otro factor importante es el valor de corriente que puede circular por las salidas cuyo limite máximo es de 10 [Amp].

La bomba 1 como la bomba 2 sobrepasan el límite máximo de amperaje que puede soportar el autómata programable, por esta razón surge la necesidad de incorporar al sistema contactores, que permitan maniobrar las bombas eléctricas sin sobrepasar este límite.

Teniendo en cuenta los aspectos ya mencionados en cuanto a las salidas de autómata programable, características eléctricas de las bombas y conexionado del motor de la lavadora, el dispositivo idóneo para cumplir con estas funciones es el contactor.

3.3.5. Contactores

Para la selección del contactor se debe tener en cuenta ciertos parámetros como son:

Categoría de servicio del contactor.

Este parámetro se establece en base a una tabla estandarizada (Anexo IV) en la que se encuentran especificadas todas las categorías de servicio para el contactor, cabe recalcar que esta tabla es aplicable a todas las marcas de contactores que existen.

Para esta aplicación según la tabla de selección, la categoría correspondiente es la AC-3, que aplica a motores asíncronos que producen una elevada corriente en el arranque y desconexión del motor con el rotor en movimiento.

Corriente de trabajo del motor

En este caso el valor de corriente se obtiene de la expresión:

$$I_c = 1.25 * I_n$$

Ecuación 14

Donde:

I_c : Es la corriente para selección del contactor.

1.25: Constante de multiplicación para el dimensionamiento.

I_n : Corriente nominal de la bomba eléctrica.

Para la bomba 1 se tiene que:

$$I_c = 1.25 * 10 = 12.5 [Amp].$$

Para la bomba 2 se tiene que:

$$I_c = 1.25 * 15.2 = 19 [Amp].$$

Para el motor de lavadora se tiene que:

$$I_c = 1.25 * 7.5 = 9.375 [Amp].$$

Según los cálculos realizados, los valores obtenidos no son comerciales, por lo tanto se debe seleccionar el inmediato superior.

Contadores Tripolares de 9 hasta 250 A (AC-3) - Bobina CA³⁾

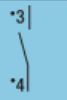
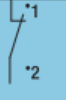
Corriente nominal de operación I_e AC-3 ($U_e \leq 440$ V)	Corriente térmica convencional $I_{th} = I_e$ AC-1	Potencia nominal máxima de operación motores trifásicos 50/60 Hz ¹⁾						Contactos auxiliares integrados en el contactor	
		220 V 230 V	380 V	400 V 415 V	440 V	500 V	660 V 690 V	 NA	 NC
A	A	(kW / HP)	(kW / HP)	(kW / HP)	(kW / HP)	(kW / HP)	(kW / HP)		
9	25	2,2 / 3	4 / 5	4 / 5	4,5 / 6	4,5 / 6	5,5 / 7,5	1	0
								0	1
								1	1
								2	2
12	25	3 / 4	5,5 / 7,5	5,5 / 7,5	5,5 / 7,5	5,5 / 7,5	7,5 / 10	1	0
								0	1
								1	1
								2	2
18	32	4,5 / 6	7,5 / 10	7,5 / 10	9,2 / 12,5	9,2 / 12,5	11 / 15	1	0
								0	1
								1	1
								2	2
25	45	5,5 / 7,5	11 / 15	11 / 15	11 / 15	11 / 15	11 / 15	0	0
								1	0
								0	1
								1	1
								2	2

Figura 49. Catálogo de automatización contactores “WEG”
(Catálogo “WEG”)

Los contactores seleccionados son de la marca WEG, categoría AC-3 y de amperajes iguales a 12 y 18 ya que de los valores obtenidos no existen.

Si bien en la teoría recibida en clase se menciona una clasificación de contactores según el número de ciclos (apertura y cierre) por hora de operación, en los catálogos de las comercializadoras de estos dispositivos, este dato no se considera.

3.3.6. Pulsadores

Para el manejo de la estación de lavado automático se decidió usar pulsadores para accionamiento y puesta en marcha de la máquina.

Se ha seleccionado esta clase de dispositivos de maniobra teniendo en cuenta la lógica de programación del programa para la automatización y la facilidad de maniobra para el usuario, además de la adaptación al ambiente de trabajo del taller, es decir que soporte las condiciones de exposición a partículas de polvo, agua, entre otras, que a menudo se presentan en el lugar de trabajo.

Botones - IP66



Figura 50. WEG línea de mando y señalización (Catálogo “WEG”)

El pulsador seleccionado es de la marca WEG, se ha considerado el grado de protección IP (Anexo V) dado que el ambiente al cual va a estar expuesta la estación de lavado esta propensa al polvo y líquidos que podrían afectar a los equipos.

Un elemento de maniobra de vital importancia es el utilizado para realizar un paro de emergencia, el dispositivo seleccionado corresponde a un botón tipo hongo cuya acción de maniobra es girar para soltar y presionar para desconectar el circuito.



Figura 51. WEG línea de mando y señalización (Catálogo “WEG”)

3.3.7. Tablero de control

Se ha seleccionado un gabinete metálico cuyas medidas son: 30 cm. de ancho, 30 cm. de alto y 15 cm. de profundidad, cuyo grado de protección es la IP 65, además se ha considerado el espacio requerido para la distribución de los equipos y la comodidad para el realizar el cableado de la instalación .



Figura 52. Gabinete metálico (Burbano, Oña)

Con base en el modo de operación de la estación de lavado, se ha realizado un esquema del panel de control (Fig.53) que será manipulado por el usuario para el manejo de la estación de lavado.

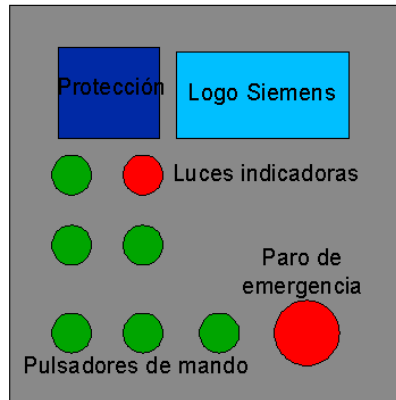


Figura 53. Esquema del panel de control (Burbano, Oña)

En el interior del gabinete metálico estarán los contactores, la toma para la fuente de alimentación del autómatas programable y el cableado eléctrico.

Para la instalación de los elementos que conforman el panel de control es necesario realizar trabajos de corte y perforado en el gabinete para modificarlo.

3.3.9. Programa para la automatización

Para la automatización es necesario la elaboración de un programa que se debe realizar en un software propio del autómatas programable, para esta aplicación el software es el Logo Soft Comfort V8, el mencionado software es el unico aplicable para programar el Logo "siemens".

El mencionado software tiene 3 lenguajes de programación que son: diagrama de funciones (FUP), esquema de contactos (KOP) y diagrama UDF; que serán seleccionados de acuerdo al criterio del usuario.

En este caso se ha optado por usar el lenguaje FUP, que se consideró mas fácil de ejecutar.

En base al funcionamiento de todos los componentes de la estación de lavado, se elaboró un diagrama de flujo (Anexo VI), cuyo funcionamiento de entradas y salidas del autómata se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 13. Funciones de entradas y salidas del autómata programable (Burbano, Oña)

Entrada	Función	Salida	Función
I1 (On/Inicio)	Accionamiento y puesta en marcha de la estación de lavado	Q1	Conexión devanados del motor de lavadora para giro horario
I2 (Subir tiempo)	Ajuste de tiempo de lavado	Q2	Conexión devanados del motor de lavadora para giro anti horario
I3 (Bajar tiempo)	Ajuste de tiempo de lavado	Q3	Marcha y paro del motor de lavadora
I4 (Llenar)	Accionamiento bomba de llenado	Q4	Marcha y paro de bomba de vaciado
I5 (Vaciar)	Accionamiento bomba de vaciado	Q5	Marcha y paro de bomba de llenado
I6 (Sensor nivel)	Control para nivel mínimo	Q6	Luz piloto verde
I7 (Sensor nivel)	Control para nivel máximo	Q7	Luz piloto verde
I8 (contacto auxiliar de contactor 1)	Inicio programa para detección de falla		
I9 (contacto auxiliar de contactor 2)	Inicio programa para detección de falla		
I10 (contacto auxiliar de contactor 3)	Inicio programa para detección de falla		
I11 (contacto auxiliar de contactor 4)	Inicio programa para detección de falla		

La nomenclatura utilizada para la designación de entradas y salidas corresponde a las preestablecidas por la norma para autómatas programables IEC 1131-3.

Una vez elaborado el programa se lo transfiere de la PC al autómata programable para ponerlo en marcha.

3.3.10. Sensor (Interruptor de nivel).

Es un elemento fundamental para el control del nivel de líquido dentro de la cabina de lavado, al contar con una bomba centrífuga para el vaciado de la tina, es indispensable preveer que la tina nunca quede completamente vacía, esto podría causar que la bomba succione aire y por consiguiente sufra problemas.

Bajo estos antecedentes se determinó la utilización de 2 interruptores de nivel, uno para establecer un nivel mínimo de líquido en la tina y el otro en el contenedor.

En el mercado se han encontrado 2 opciones principales que son:



Figura 54. Sensor plástico tipo flotador
(https://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-414879992-flotador-sensor-de-nivel-plastico-para-liquidos-_JM)



Figura 55. Interruptor de flotador lateral
(<http://www.newtonvenezia.it/prodotto/livellostato-a-galleggiante-laterale-12-pvc-e-inox/>)

Para considerar estas 2 opciones se tomaron en cuenta varios aspectos como: soporte a las características químicas del líquido desengrasante, ajuste al espacio disponible para la instalación en la tina de lavado, compatibilidad con el autómata programable y costos.

Se ha seleccionado el sensor plástico tipo flotador, principalmente por su tamaño, ya que se ajusta perfectamente al espacio disponible, a más de esto sus características de constitución y trabajo que son idóneas para esta aplicación.

Tabla 14. Características del sensor seleccionado.

(https://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-414879992-flotador-sensor-de-nivel-plastico-para-liquidos-_JM).

Máximo voltaje	100VAC/100VDC
Máxima corriente	0,5 A
Máxima presión	0,2 Mpa
Máxima resistencia de contacto	100 mOHM
Temperatura de trabajo	-10 a 85 °C
Medio de operación	Agua, aceite
Material de construcción	Polipropileno

3.4. Construcción de la estación de lavado automático

Se procede a indicar los procesos de fabricación y armado, valiéndose del Anexo XIV en donde está enumeradas cada una de las principales partes, haciendo referencia a esos números para mayor comprensión.

Armado del sistema estructural y mecánico

Con todos los materiales necesarios ya adquiridos, el proceso de construcción de la cabina de lavado se lleva acabo de la siguiente forma:

1. Elaboración de las piezas en hierro negro para la fabricación de la estructura base (ítem 1) para la cabina de lavado, platinas para montaje de motor y base (ítem 2) para bomba eléctrica 1 (ítem 31), mediante trabajos de corte.
2. Armado de las estructuras, mediante trabajos de suelda eléctrica con electrodo 6013 de 1/8 [pulg.] para espesores gruesos y amolado.



Figura 56. Base metálica
(Burbano, Oña)

3. Fijación de carcasa metálica (ítem 13) al ítem 1.



Figura 57. Fijación de carcasa a base
(Burbano, Oña)

4. Fijación de la tina de lavado (ítem 15) al ítem 13, empleando ejes roscados (ítem 12).



Figura 58. Fijación de tina con ejes roscados
(Burbano, Oña)

5. Acoplamiento de la transmisión (ítem 7) al ítem 15.
6. Acoplamiento de reductor mecánico (ítem 5) al ítem 7, para esto se hace uso de la polea de salida del reductor (ítem 6), a la cual se le perfora en la parte central por donde suele pasar la banda de transmisión, a esta perforación se le aviva una rosca con un machuelo a la medida del prisionero que al ajustar sostendrá a la polea en la unión de los 2 ejes
7. Montaje del ítem 2 al ítem 1.



Figura 59. Montaje de motor en base metálica
(Burbano, Oña)

8. Acoplamiento del ítem 2 al ítem 5, mediante 1 banda de transmisión.



Figura 60. Acoplamiento de motor eléctrico con reductor mecánico (Burbano, Oña)

9. La tapa superior (ítem 42), para su fabricación se necesitó hacer un molde en madera con las medidas aproximadas, ya con el molde definido se mezclan los componentes como: fibra de vidrio, resina, poliéster, desmoldante y catalizadores, y se deja secar durante un aproximado de 8 horas, al final de este tiempo, se desmonta, se pule, se da detalles como reforzar los bordes con fórmicas y finalmente se pinta.



Figura 61. Fabricación de tapa superior (Burbano, Oña)



Figura 62. Tapa terminada
(Burbano, Oña)

10. La tapa hermética (ítem 19) para su fabricación, se adquiere el acrílico transparente del espesor deseado en este caso de 13 [mm], posteriormente se realizan los cortes con una sierra caladora que se aproxime a las medidas deseadas, finalmente es llevado al torno para perfeccionar y definir los cortes circulares a una velocidad de 600 [rpm], debido a que trabajar a mayores revoluciones puede provocar recalentamiento en el material, deformaciones y daños.



Figura 63. Tapa hermética
(Burbano, Oña)

11. La malla galvanizada (ítem 11) se complementa con un aro inoxidable del mismo espesor 5 [mm] el mismo que se une por medio de suelda eléctrica con electrodo 6013 3/32 [pulg.] para espesores finos.



Figura 64. Malla galvanizada
(Burbano, Oña)

12. La base porta piezas (ítem 41) al igual que la malla es reforzada mediante soldadura con un anillo de inoxidable, para evitar roces bruscos con el tambor giratorio.



Figura 65. Base porta piezas
(Burbano, Oña)

13. La base metálica para la bomba eléctrica 1 (ítem 33) para ser instalada, se recorta la plancha de 6 [mm] a las medidas que se indican en los planos de taller, posteriormente se recortan los 3 ángulos estructurales que van a ser los apoyos, para ser soldados a la plancha con suelda eléctrica, electrodo 6013 de 1/8 [pulg], finalmente a la base la rodea la platina tipo correa a la cual se le suelda pequeños ángulos tipo orejas recortados, por donde pasarán los pernos que ajusten o aflojen a esta pieza tipo correa de la base.



Figura 66. Base para bomba eléctrica 2
(Burbano, Oña)

Armado del sistema hidráulico

Con los principales componentes del sistema hidráulico como bombas, contenedores y accesorios, y además definidas sus posiciones se procede con la instalación:

1. Una vez que se definió que el contenedor (ítem 36) deba tener un mínimo de 80 [ltrs], se adquirió uno de 120 [ltrs] en el cuál se decidió que la relación de proporción entre el desengrasante y el agua sea de 3 a 1, es decir 20 [ltrs] de desengrasante se incrementarán 60 [ltrs] de agua, teniendo en el contenedor un total de 80[ltrs], flujo que idealmente se debería mantener, pero hay que tener en cuenta las pérdidas durante su recirculación.



Figura 67. Contenedor de líquido desengrasante
(Burbano, Oña)

2. Con la fuente del fluido definida y la posición de la bomba 1 (ítem 31), se definen las alturas de succión y de impulsión con los accesorios, como es el caso de la tubería de 1 [pulg] (ítem 34) y la válvula de pie de 1[pulg] (ítem 35), la misma que se coloca para facilidad de cebado de la bomba eléctrica1 , tubería y válvula que son colocados por una de las 2 perforaciones que se hace a la tapa del contenedor tanto para la succión como para la descarga , sumado a codos, neoplos, uniones que ameriten ser instaladas



Figura 68. Tubería y válvula de pie
(Burbano, Oña)

3. Continuando en orden a la salida del ítem 3, se coloca una T galvanizada de 1 [pulg], (ítem 28), con un manómetro (ítem 27), para poder chequear la presión, seguido de un neplo x 6 de 1 [pulg], (ítem 26), se coloca una válvula esférica galvanizada de 1 [pulg] (ítem 25), por razones facilidad para revisiones y mantenimiento, pudiendo controlar que el desengrasante no siga circulando si así se desea.



Figura 69. Instalación hidráulica en bomba de llenado
(Burbano, Oña)

4. Posteriormente se instala manguera industrial de 1 [pulg] (ítem 23) en una longitud que permita manipular el ítem 19 con facilidad para destapar y poder colocar y sacar las piezas mecánicas.



Figura 70. Instalación manguera industrial
(Burbano, Oña)

5. Al extremo que va al ítem 19, se coloca el respectivo acople de manguera de 1 [pulg], (ítem 22), seguido de un acople rápido de aluminio de 1 [pulg] (ítem 21), para facilidad de manejo de la manguera en caso de necesitar ser desmontada.



Figura 71. Acople rápido de aluminio
(Burbano, Oña)

6. En el ítem 19 se hacen 2 perforaciones a 180 ° uno de otro, donde se colocan 2 acoples de tanque en PVC de 1 [pulg] (ítem 20), esto para que en por un lado en uno de estos se conecte el ítem 21, al otro extremo un tapón macho de PVC de 1[pulg] (ítem 24), mientras que por el otro lado del ítem 19, los acoples sostendrán una tubería recta de PVC de 1[pulg], la misma que es perforada en 4 partes iguales para colocar las boquillas de aspersion (ítem 17).



Figura 72. Tubería con boquillas de aspersión
(Burbano, Oña)

7. Con esto ya se consigue que el líquido llegue hasta el ítem 15 donde estarán las piezas a lavarse, ahora para continuar con la recirculación a la salida del mismo ítem 15 se colocan mangueras y accesorios de tubería PVC, como los ítems 40 y 39 hasta llegar a una nueva válvula esférica de 2 [pulg] para fines de mantenimiento, desmontaje o reparaciones, la misma que se conecta a un acople rápido de aluminio de 2 [pulg] (ítem 37).



Figura 73. Instalación hidráulica de salida de tina
(Burbano, Oña)

8. Por la posición de salida de la lavadora , se pensó en la posición de la bomba eléctrica 2, para que vaya a nivel del piso, sujeta con pernos, con la finalidad de que esta reciba por gravedad el líquido desengrasante, con esto de alguna manera se evite estar preocupados por el cebado de esta bomba.
9. A la salida de esta bomba que es de alto caudal, se decidió disminuir la salida de 2 [pulg] que originalmente lleva a 1 [pulg], por motivos de facilidad de manipulación pues a la salida se usará manguera de 1 [pulg] que es mucho más manejable y que por pruebas se verificó que esta reducción no afecta considerablemente al caudal de la bomba 2, por el contrario ayuda a regular de cierta manera el caudal

deseado para que los elementos como el filtro de mallas que es a donde llega la manguera de salida de la bomba 2.

10. Al filtro de mallas se lo fija al ítem 33, y se le adaptan accesorios de tubería de PVC como neoplos y tubos para que al final salga del filtro un tramo de manguera que ingresará por la tapa del ítem 36 a donde desfogará el líquido desengrasante proveniente de la lavadora y debidamente filtrado en su gran mayoría.



Figura 74. Filtro
(Burbano, Oña)

Armado y montaje de tablero de control

Una vez adquiridos todos los implementos necesarios se procede de la siguiente manera:

1. Realizar modificaciones al gabinete metálico para montaje de pulsadores, Logo V6, interruptor termo magnético, luces indicadoras, mini-contactores y fuente de alimentación para Logo V6.



Figura 75. Modificación de gabinete metálico
(Burbano, Oña)

2. Montaje de equipos en gabinete metálico.



Figura 76. Montaje de equipos en gabinete metálico (Burbano, Oña)

3. Armado de la circuitería de acuerdo a los planos eléctricos de control y fuerza (Anexos VII y VIII).

Se utilizaron colores de cable diferentes a los establecidos en la norma para cableado de autómatas programables, porque eran los que se tenían disponibles el taller.

Para el manejo del tablero de control, comúnmente se emplea el LOGO! TD text diplay de libre acceso al usuario, en este caso se decidió utilizar como interfaz gráfica la pantalla propia del PLC Logo porque usar el LOGO! TD representa un costo elevado.



Figura 77. Armado de circuitería eléctrica (Burbano, Oña)

4. Montar gabinete metálico en el lugar designado.



Figura 78. Montaje de gabinete metálico (Burbano, Oña)

5. Instalación de sensores en cabina de lavado.
6. Cableado de sensores hasta el tablero de control.
7. Conexión de equipos (Motor de lavadora, Bombas eléctricas) al tablero de control.



Figura 79. Conexión de equipos (Burbano, Oña)

8. Desarrollo de software para la automatización.

9. Transferencia del software de la PC al autómata programable.
10. Cableado de alimentación principal de la máquina.



Figura 80. Cableado de alimentación principal
(Burbano, Oña)

3.5. Costos del proyecto

Tabla 15. Tabla de costos del proyecto

Ítem	Cantidad	Valor (USD)
Bomba centrífuga PEDROLLO	1	490
Bomba centrífuga BP	1	200
Contenedor	1	17
Tubo de 1"	1	19,42
Codos de 90° de 1"	4	5,4
Codos de 90° de 2"	2	14,83
T's de 1"	1	1,67
Neplo corrido de 1"	6	4,32
Boquillas de aspersión	4	12
Acoples de tanque de 1"	2	13,73
Acople rápido de aluminio de 1"	3	21
Acople rápido de aluminio de 2"	1	15
Válvula de esfera de 1" genérica	1	18
Válvula de esfera de 2" genérica	2	35
Tapón hembra de 1"	1	1,08
Neplo de 2" x 10cm	3	11,39
Lavadora SAMSUNG usada	1	70
Manguera industrial de 1"	15 m	25
Manómetro	1	7
Acople de manguera de 1"	4	2,8
Abrazadera de 1"	4	3,2
Válvula de pie	1	2
Minicontactor WEG	4	44
Termo magnético	1	13
Riel din	1	1,5
Módulo de ampliación	1	40
Gabinete metálico 30x30x15	1	23,76
Pulsadores	5	7,5
Luz piloto	2	6
Pulsador tipo hongo	1	5
Conductor eléctrico #14 AWG	30 m	10,8
Conductor eléctrico #10 AWG	1 m	1,52
Tomacorriente	1	0,8
Protector plástico para cable	5 m	2,5
Barra distribuidora	3	4,5
Sensor	2	11
Desengrasante DEGREASE	1 galón	76
Filtro	1	36
Reductor mecánico	1	75
	TOTAL	1348,72

Cabe mencionar que en el proyecto presentado se apeló bastante a la reutilización, de elementos con ciertas modificaciones, con lo cual se evita altos costos en temas de diseño y fabricación de piezas nuevas para la máquina

Vale señalar que Taller Turbo hace una inversión mensual de 30usd en combustible, el mismo que en lavados exigentes soportará unas 3 o 4 sesiones de lavado diarias, para posteriormente ser desechado , sin ningún proceso de recuperación o filtrado para volver a usar

Los elementos de mayor costo son las bombas eléctricas, no se consideran equipos de fácil daño o pronto remplazo, más aun si se siguen las recomendaciones en la guía de usuario y plan de mantenimiento.

Si se toma en cuenta las facilidades y protecciones que se desea brindar al trabajador de Taller Turbo, sumado al enfoque ecológico que se quiere dar puede considerándose en líneas generales un costo asequible.

3.6. Pruebas

Prueba de limpieza con agua y detergente

Objetivo: Determinar el grado de limpieza por los medios relativamente más económicos en el medio.

Resultado: El detergente se torna pegajoso en las piezas y requiere de mucho tiempo y esfuerzo de fricción.

Prueba de limpieza con alta presión

Objetivo: Analizar si únicamente la presión de agua a un valor elevado como 1750psi son suficientes para lavar una pieza mecánica difícil como un engranaje con grasa.

Resultado: La fuerza del agua se lleva las aglomeraciones voluminosas de suciedad, dejando en las partes más interna la suciedad acumulada, haciendo falta algún mecanismo adicional o extra que termine la labor.

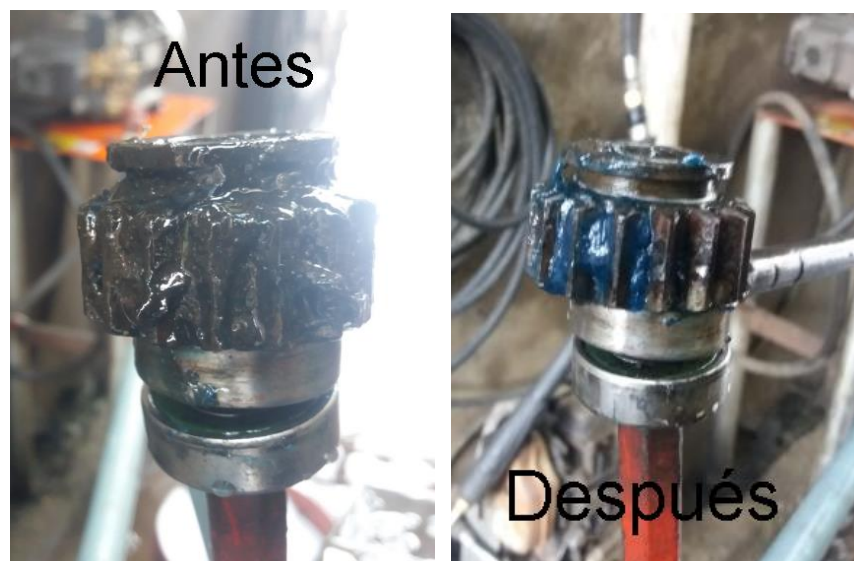


Figura 81. Engranaje sometido a 1750 [psi] de agua
(Burbano, Oña)

Prueba a temperatura, aire a presión y enjuague

Objetivo: Analizar el efecto de limpieza de la oxigenación a 60 [psi] más la temperatura de 40[°C] aplicada al agua con detergente en un contenedor donde se sumergen las piezas mecánicas sucias.

Resultado: El efecto de oxigenación induce a la fuga del líquido del contenedor por la formación excesiva de espuma.



Figura 82. Caja de engranaje de taladro sumergida en agua a temperatura y oxigenación (Burbano, Oña)

Prueba de ultrasonido

Objetivo: Analizar el efecto de limpieza de un limpiador ultrasónico utilizado en el taller para la limpieza de inyectores, durante 15 [min].

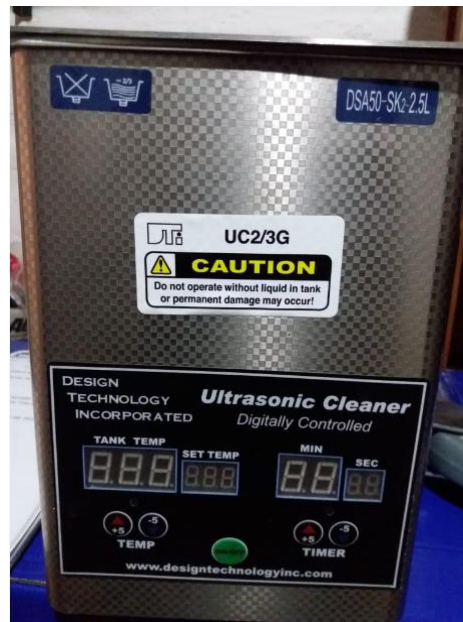


Figura 83. Limpiador ultrasónico (Taller Turbo)

Dimensiones: 175 x 165 x 290 [mm].

Voltaje: 110 VAC

Resultado: Este método remueve pocas cantidades de suciedad y en bajos volúmenes, es por ello que en piezas como los inyectores de motores si da buen resultado.



Figura 84. Cadena de motor engrasada sometida a lavado por ultrasonido.
(Burbano, Oña)

Prueba en el prototipo de lavadora de cesto giratorio con el uso de un desengrasante industrial

Objetivo: Comprobar el efecto de limpieza que provoca, sumergir las piezas mecánicas en el desengrasante industrial, sumado al movimiento de 125 [rpm], durante 5 [min] para luego pasar a un lavado con el mismo desengrasante, pero esta vez recibiendo el impacto de chorros a una presión aproximada a 30 [psi], con las piezas ya no sumergidas, pero conservando el giro de la máquina lavadora por otros 5 [min].

Resultado: Se comprobó que las 2 etapas cumplen un papel importante en la limpieza, tanto sumergir a las piezas en el desengrasante, tanto como impactar a las piezas con el desengrasante, sumado al movimiento, por lo cual se definió este prototipo como base, para ser mejorado y modificado a partir de las observaciones que se pudieron realizar.



Figura 85. Prototipo inicial de lavadora de cesto giratorio
(Burbano, Oña)

4. CONCLUSIONES

Se pudo concluir en base a pruebas prácticas que si bien la gasolina sumado a la fricción o cepillado manual, es el método más eficaz en la obtención del resultado de limpieza de piezas mecánicas, no es el más eficiente en términos de optimización de recursos, seguridad industrial y protección ambiental.

Durante la realización de este proyecto se pudo notar cuán importante es definir su alcance, como es el caso del tipo de piezas que se va a lavar, donde en base a la observación e indicación del personal técnico, se logró determinar el tipo de suciedad a tratar, que por sus densidades, espesores u otras características puedan afectar a las bombas, tuberías, boquillas aspersoras, mangueras y otros accesorios del sistema.

Pese a la selección de piezas mecánicas a lavar, existe una gran variedad entre éstas tanto en formas, dimensiones como en materiales que los componen, resultando sus distintas formas geométricas un serio problema para lograr remover la suciedad de sitios difíciles de acceder incluso manualmente, por lo cual se tuvo que hacer recomendaciones de prelavado o algún tipo de ayuda manual como cambiar su posición en la lavadora cada determinado tiempo considerado por el usuario, o remover brevemente la suciedad de los sitios difíciles con una brocha y el líquido desengrasante

Aspectos físicos como la fuerza del movimiento del líquido, influyeron sin una notable diferencia en la ubicación teórica propuesta de los sensores de nivel con la real, ya que la turbulencia generada ocasionaba fluctuaciones en la lectura de la variable.

5. Posibles mejoras

La implementación de un sistema de secado automático sea a base de sopleteado con aire o algún otro método, podría ser muy útil para la parte final del lavado automático, el cual por el momento se lo realiza manualmente con una manguera proveniente de una toma de la instalación neumática del taller.

Cuando se requiera el lavado de piezas muy pequeñas, un accesorio como una manguera que trabaje a un caudal y presión menor sería una herramienta muy útil para realizar un lavado manual rápido.

Se ha mencionado que el lavado por fricción es muy eficaz, por lo cual se podría pensar en la incorporación de un disco tipo cepillo acoplado al interior del tambor colocado estratégicamente para que durante la rotación del tambor, las cerdas del cepillo logren friccionar en gran proporción a las piezas mecánicas, algo que es muy complejo, porque las piezas a lavar no son uniformes, tienen cavidades difíciles de alcanzar incluso cuando se las lava manualmente.

Se puede pensar en una mejor redistribución de las boquillas aspersoras, que actualmente están únicamente en la parte superior del tambor giratorio, tratando de que la posición de estas no afecte o interfiera con el giro del tambor, pudiendo provocar graves daños, por el limitado espacio interior con el que cuenta entre las paredes de la tina y el tambor giratorio.

Una mejora que puede brindar mayor seguridad, es la protección eléctrica para cada uno de los elementos que conforman el tablero de control (PLC Logo, Bombas eléctricas y Motor de lavadora).

Para una mejor comprensión del cableado del tablero de control, es recomendable seguir lineamientos que definan el color de conductor a utilizar según la función que van a cumplir.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bibliografía

Aguilar Reyes, J., Nieves, S. A., & Medina Hernández, E. (1997). *Diseño y selección de bombas*. México D.F., México.

Asociación Nacional de Empresarios de Colombia. (21 de 11 de 2014). *ANDI*. Obtenido de <http://www.andi.com.co/>

Castro Lugo, J. G., Padilla Ybarra, J. J., & Romero A., E. (06 de Julio de 2005). Impulso, revista de electrónica, eléctrica y sistemas computacionales. *Metodología para realizar una automatización utilizando PLC*. Obregon, Sonora, México.

Blanco Marigorta, E., Velarde Suarez & Fernández, Francos, J. (1994). *Sistemas de Bombeo*. Gijón.

Martín, I., Salcedo, R & Font, R. (2011). *Mecánica de Fluidos, Impulsión de Fluidos*. Gijón California, USA.

Palacios Mauricio, J. G. (2013). *Curso de PLC Logo! Siemens*. Nieto, C.,

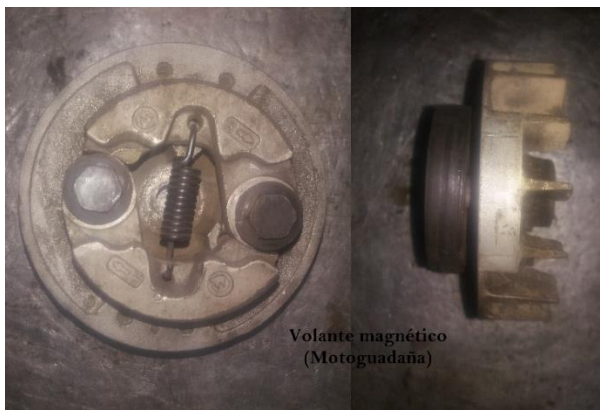
López, R & Galvis, O. (1985). *Metalmecánica, Montaje y alineación de acoplamientos*. Bogotá, Colombia.

7. ANEXOS

Anexo I Piezas de lavado más comunes



Dimensiones	
Largo	23 cm.
Alto	12 cm.
Ancho	12 cm.



Dimensiones	
Diámetro	10,9 cm.
Espesor	6 cm.
N° de aletas	16 cm.



Dimensiones	
Largo	19 cm.
Alto	13,5 cm.
Ancho	16 cm.



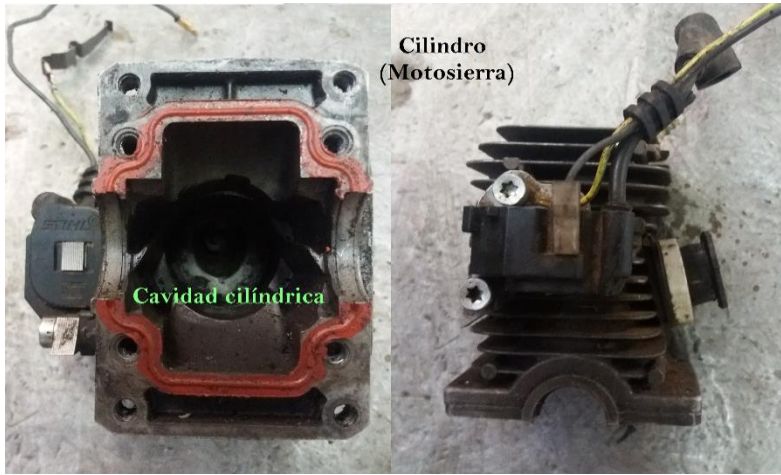
Dimensiones	
Largo	11 cm.
Alto	24 cm.
Ancho	24 cm.
Cavidad para pistón	
Diámetro	6,78 cm.
Altura	9 cm.
Cavidad para rodamiento	
Diámetro	4,09 cm.
Altura	2,5 cm.



Dimensiones	
Largo	18 cm.
Alto	4 cm.
Ancho	22,6 cm.



Dimensiones	
Largo	23 cm.
Alto	24 cm.
Ancho	20 cm.



Dimensiones	
Largo	9 cm.
Alto	10 cm.
Ancho	7 cm.
Cavidad cilíndrica	
Diámetro	3 cm.
Altura	6 cm.



Dimensiones	
Largo	26 cm.
Alto	27 cm.
Ancho	16 cm.



Caja de motor y engranajes
(Demoledor ó Rompe pavimento)

Dimensiones	
Engranaje mayor	
Espesor	2 cm.
Diámetro	7,5 cm.
Nº de dientes	56
Engranaje menor	
Cuerpo superior	
Espesor	2 cm.
Diámetro	4,4 cm.
Nº de dientes	18
Cuerpo inferior	
Espesor	1,5 cm.
Diámetro	11 cm.
Nº de dientes	48



Cavidad interior

Caja de cilindro
(Demoledor ó Rompe pavimento)

Dimensiones	
Largo	51,7 cm.
Diámetro interior	11,36 cm.
Diámetro exterior	13,42 cm.



Dimensiones	
Espirales	
Largo	12,5 cm.
Diámetro	8,7 cm.
Nº de espiras	5
Cilindro de percusión	
Largo	31 cm.
Diámetro interior	6,28 cm.
Diámetro exterior	7,08 cm
Golpeador	
Diámetro	6,17 cm.
Largo	10 cm.
Contrapeso	
Diámetro interior	6,23 cm.
Diámetro exterior	7,03 cm.
Largo	10 cm.

Anexo II. Tabla de pérdidas de carga en tubería PVC

SOLUCIONES PARA RIEGO PLASTIGAMA

ESPECIFICACIONES PARA TUBERÍAS PVC (U)

Cálculo de las pérdidas de carga en base a tuberías de menor presión por cada diámetro, según la fórmula de Hazen – Williams.

D. Nominal (mm)		20		25		32		40		50		63	
Caudal		Pc	V	Pc	V	Pc	V	Pc	V	Pc	V	Pc	V
lps	gpm												
0,01	0,2	0,02	0,04										
0,02	0,3	0,07	0,08	0,02	0,05								
0,04	0,6	0,25	0,16	0,07	0,10								
0,06	1,0	0,53	0,25	0,16	0,15								
0,08	1,3	0,90	0,33	0,27	0,20								
0,10	1,6	1,36	0,41	0,40	0,25								
0,20	3,2	4,90	0,82	1,45	0,50	0,39	0,29						
0,30	4,8	10,39	1,23	3,07	0,75	0,83	0,44						
0,40	6,3	17,70	1,64	5,24	1,00	1,41	0,58						
0,50	7,9	26,75	2,06	7,92	1,25	2,13	0,73	0,66	0,45				
0,60	9,5	37,50	2,47	11,10	1,50	2,98	0,87	0,93	0,54				
0,70	11,1	49,89	2,88	14,76	1,74	3,97	1,02	1,24	0,63				
0,80	12,7			18,90	1,99	5,08	1,16	1,58	0,72				
0,90	14,3			23,51	2,24	6,32	1,31	1,97	0,81	0,64	0,51		
1,00	15,9			28,58	2,49	7,68	1,45	2,40	0,90	0,78	0,57		
1,20	19,0			40,06	2,99	10,76	1,74	3,36	1,08	1,09	0,68		
1,40	22,2					14,32	2,03	4,47	1,26	1,45	0,79	0,46	0,50
1,60	25,4					18,34	2,33	5,72	1,44	1,85	0,91	0,59	0,57
1,80	28,5					22,81	2,62	7,11	1,62	2,30	1,02	0,73	0,64
2,00	31,7					27,72	2,91	8,65	1,80	2,80	1,13	0,89	0,71
2,20	34,9							10,32	1,98	3,34	1,25	1,06	0,78
2,40	38,0							12,12	2,16	3,92	1,36	1,24	0,85
2,60	41,2							14,06	2,34	4,55	1,47	1,44	0,92
2,80	44,4							16,13	2,52	5,22	1,59	1,66	0,99
3,00	47,6							18,32	2,70	5,93	1,70	1,88	1,06
3,25	51,5									6,88	1,84	2,18	1,15
3,50	55,5									7,89	1,98	2,50	1,24
3,75	59,4									8,97	2,13	2,84	1,33
4,00	63,4									10,10	2,27	3,21	1,41
4,25	67,4									11,31	2,41	3,59	1,50
4,50	71,3									12,57	2,55	3,99	1,59
4,75	75,3									13,89	2,69	4,41	1,68
5,00	79,3											4,85	1,77
5,25	83,2											5,30	1,86
5,50	87,2											5,78	1,95
5,75	91,1											6,28	2,03
6,00	95,1											6,79	2,12
6,25	99,1											7,33	2,21
6,50	103,0											7,88	2,30
6,75	107,0											8,45	2,39
7,00	111,0											9,04	2,48
7,25	114,9											9,64	2,56

Pc: Pérdida de carga en m de columna de agua por cada 100m de tubería
V: Velocidad en metros por segundo (m/s)
C: 150 constante de H-W
CÁLCULO EN BASE A DIÁMETROS INTERNOS DE TUBERÍA BAJA PRESIÓN
lps: Litros por segundo
gpm: Galones por minuto.

Anexo III Tabla de Corriente a plena carga para motores emitida por el Código Eléctrico Ecuatoriano.

Tabla Fig. N° 13.1.

INTENSIDAD DE CORRIENTE A PLENA CARGA DE MOTORES

A.—Motores de corriente continua (Amperios promedio para cualquier velocidad)				B.—Motores monofásicos (Amperios promedio para todas las velocidades y frecuencias)				
H.P.	110 V	220 V	550 V	H.P.	110 V	220 V	380 V	440 V
1/2	4.8	2.4		1/6	3.3	1.65	1	
3/4	7.0	3.5	1.4	1/4	4.8	2.4	1.4	
1	9.0	4.5	1.8	1/2	7.8	3.9	2.2	
1. 1/2	13.2	6.6	2.6	3/4	10.8	5.4	3.1	
2	17.2	8.6	3.4	1	13.6	6.8	4.	
3	25.0	12.5	5.0	1. 1/2	19.4	9.7	5.5	
5	42.0	21.0	8.3	2	25	12.5	7.2	
7. 1/2	61.0	30.5	12.0	3	36	18	10	
10	80.0	40.0	16.0	5	58	29	17	
15	118.0	59.0	23.0	7. 1/2	84	42	24	21.
20	156.0	78.0	31.0	10	104	52	30	26.
25	193.0	96.5	38.0					
30	230.0	115.0	46.0					
40	306.0	153.0	61.0					
50	378.0	189.0	75.0					
60	450.0	225.0	90.0					
75	562.0	281.0	111.0					
100	.....	373.0	148.0					
125	.....	465.0	184.0					
150	.....	560.0	220.0					
200	.....	478.0	295.0					

<p>Para 380 voltios, incrementar las cifras de 550 voltios en 45 %.</p> <p>Para 440 voltios, reducir en 50 % las cifras de 220 voltios.</p> <p>Para 600 voltios, reducir en 10 % las cifras para 550 voltios.</p>	<p>Para 208 y 200 voltios, incrementar las cifras de 220 voltios en 6 % y 10 % respectivamente.</p>
---	---

Anexo IV Tabla de categorías de servicio para contactores de corriente alterna (Schneider Electric Ecuador S.A.)

Categorías de empleo para contactores según IEC 60947-4-1

Las categorías de empleo normalizadas fijan los valores de corriente que el contactor debe establecer o cortar.

Dependen:

- De la naturaleza del receptor controlado: motor de jaula o de anillos, resistencias.
- De las condiciones en las que se realicen los cierres y las aperturas: motor lanzado o calado o en curso de arranque, inversión del sentido de la marcha, frenado a contracorriente.

Empleo en corriente alterna

Categoría AC-1:	Se aplica a todos los aparatos de uso de corriente alterna (receptores), cuyo factor de potencia es al menos igual a 0,95 ($\cos \varphi \geq 0,95$). Ejemplos de utilización: calefacción, distribución.
Categoría AC-2	Esta categoría rige el arranque, el frenado a contracorriente y la marcha "a sacudidas" de los motores de anillos. ■ En el cierre, el contactor establece la corriente de arranque, aproximadamente 2,5 veces la corriente nominal del motor. ■ En la apertura, deberá cortar la corriente de arranque, con una tensión igual a la tensión de la red.
Categoría AC-3	Se aplica a los motores de jaula en los que el corte se realiza con el motor lanzado. ■ En el cierre, el contactor establece la corriente de arranque, que es de 5 a 7 veces la corriente nominal del motor. ■ En la apertura, el contactor corta la corriente nominal absorbida por el motor; en ese momento, la tensión en las bornas de sus polos se acercará al 20% de la tensión de la red. El corte resulta sencillo. Ejemplos de utilización: todos los motores de jaula habituales: ascensores, escaleras mecánicas, cintas transportadoras, elevadores de cangilones, compresores, bombas, trituradoras, climatizadores, etc.
Categoría AC-4	Esta categoría se aplica a las aplicaciones con frenado a contracorriente y marcha "a sacudidas" con motores de jaula o de anillos. El contactor se cierra bajo un pico de corriente que puede alcanzar de 5 a 7 veces la corriente nominal del motor. Al abrirse, corta esta misma corriente bajo una tensión tan elevada que la velocidad del motor se debilita. Esta tensión puede llegar a ser igual que la tensión de la red. El corte resulta brusco. Ejemplos de utilización: máquinas de impresión, máquinas de trefilar, elevadores, equipos de la industria metalúrgica.

Anexo V Guía de protección IP

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA	GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN - ANEXOS	GUÍA-BT-ANEXO 1
	SIGNIFICADO Y EXPLICACIÓN DE LOS CÓDIGOS IP, IK	Edición: sep 03 Revisión: 1

Cifra	Grado de protección	
	Descripción abreviada	Indicación breve sobre los objetos que no deben penetrar en la envolvente
0	No protegida	Sin protección particular
1	Protegida contra los cuerpos sólidos de más de 50 mm	Cuerpos sólidos con un diámetro superior a 50 mm.
2	Protegida contra los cuerpos sólidos de más de 12 mm.	Cuerpos sólidos con un diámetro superior a 12 mm.
3	Protegida contra cuerpos sólidos de más de 2,5 mm.	Cuerpos sólidos con un diámetro superior a 2,5 mm.
4	Protegida contra cuerpos sólidos de más de 1 mm.	Cuerpos sólidos con un diámetro superior a 1 mm.
5	Protegida contra la penetración de polvo	No se impide totalmente la entrada de polvo, pero sin que el polvo entre en cantidad suficiente que llegue a perjudicar el funcionamiento satisfactorio del equipo.
6	Totalmente estanco al polvo	Ninguna entrada de polvo.

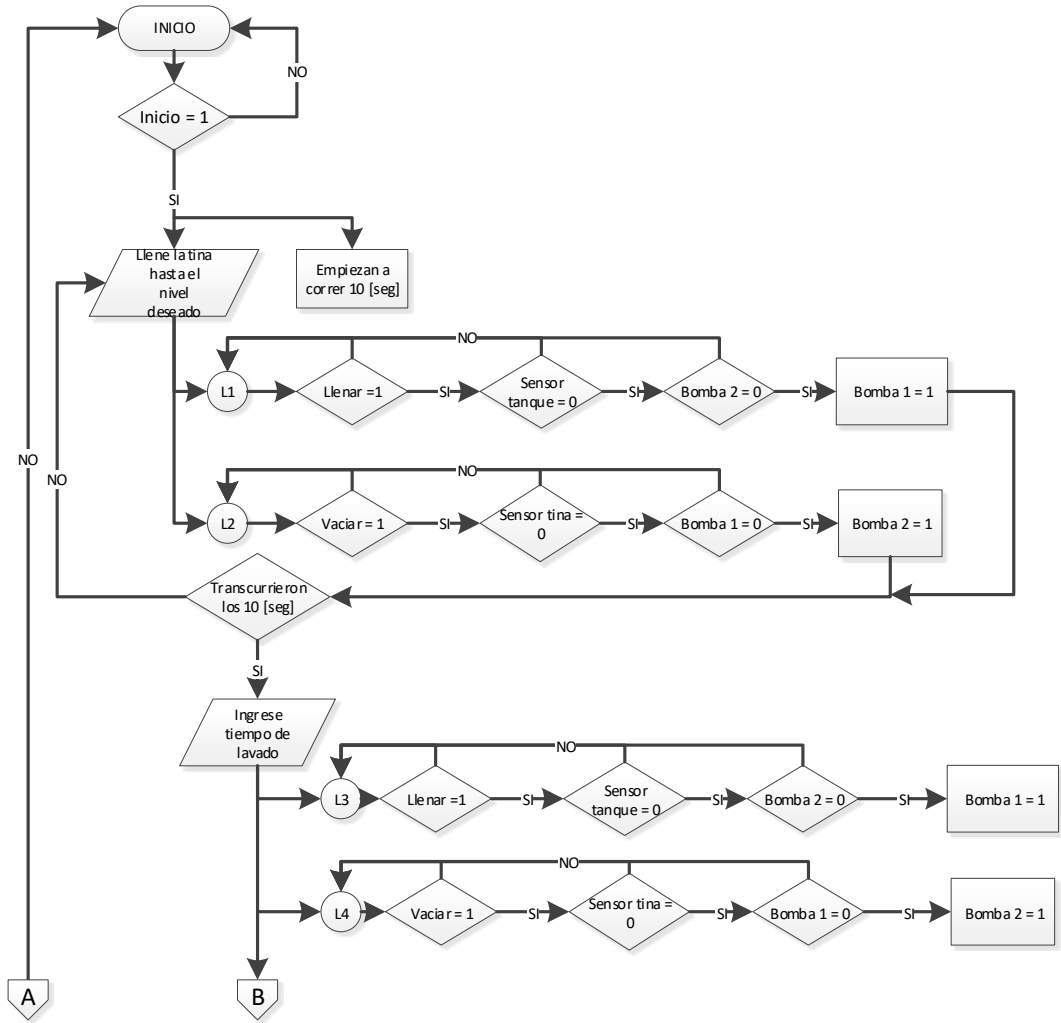
- El número que va en segundo lugar, normalmente denominado como "segunda cifra característica", indica la protección del equipo en el interior de la envolvente contra los efectos perjudiciales debidos a la penetración de agua.

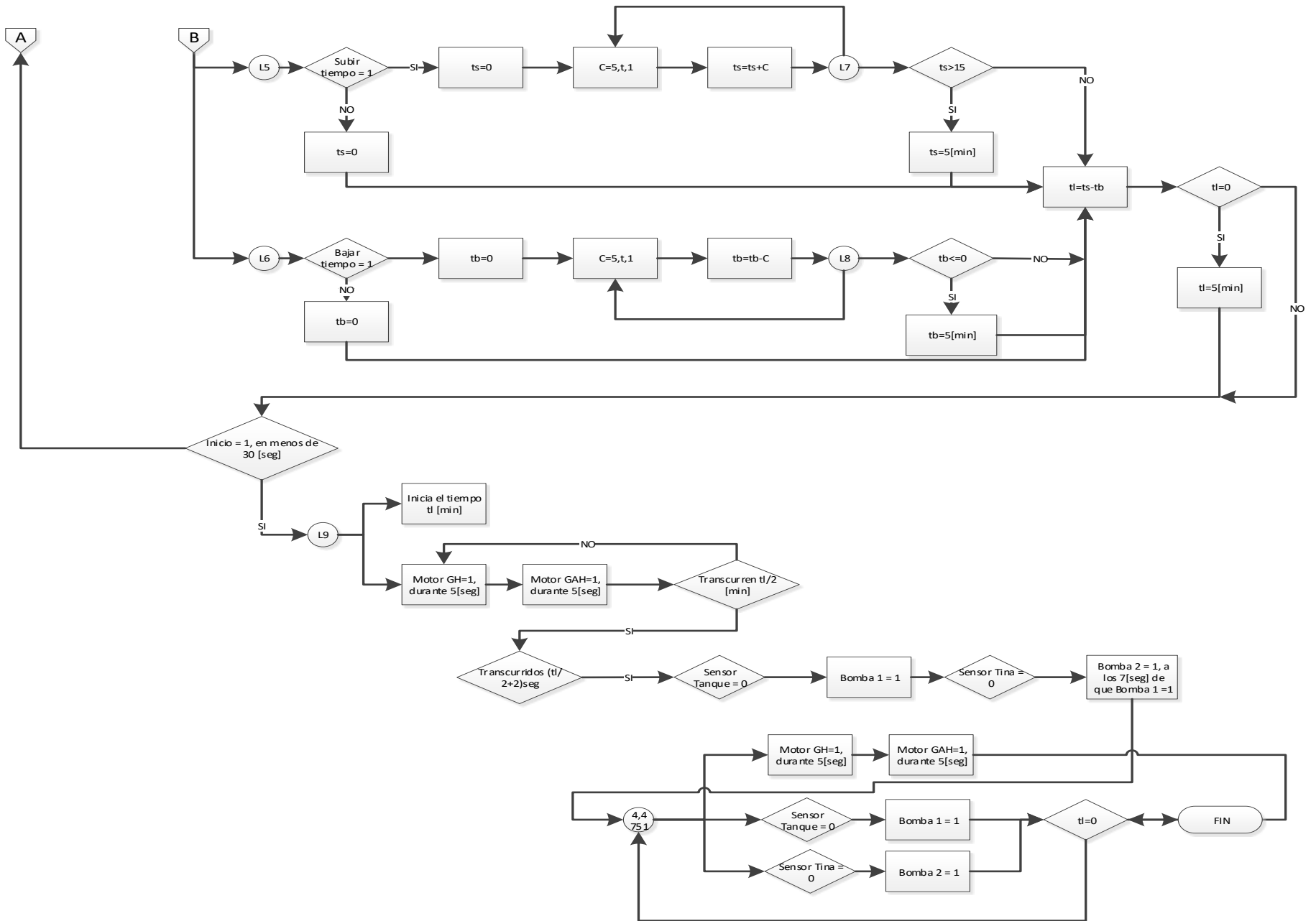
La segunda cifra característica está graduada de forma similar a la primera, desde 0 (cero) hasta 8 (ocho). A medida que va aumentando su valor, la cantidad de agua que intenta penetrar en el interior de la envolvente es mayor y también se proyecta en más direcciones (cifra 1 caída de gotas en vertical y cifra 4 proyección de agua en todas direcciones).

Tabla 2 - Grados de protección indicados por la segunda cifra característica

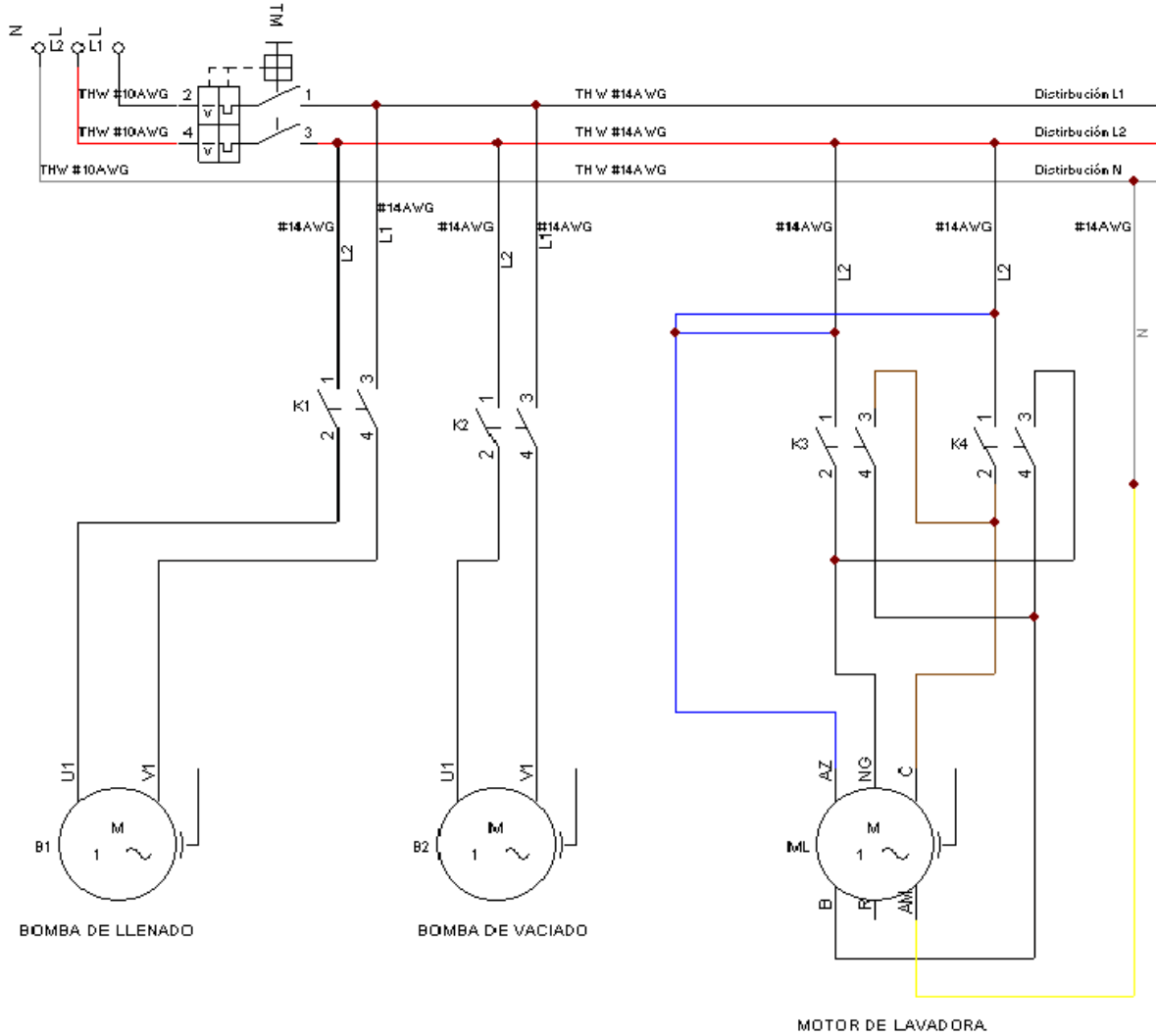
Cifra	Grado de protección	
	Descripción abreviada	Tipo de protección proporcionada por la envolvente
0	No protegida	Sin protección particular
1	Protegida contra la caída vertical de gotas de agua	La caída vertical de gotas de agua no deberán tener efectos perjudiciales
2	Protegida contra la caída de gotas de agua con una inclinación máxima de 15°	Las caídas verticales de gotas de agua no deberán tener efectos perjudiciales cuando la envolvente está inclinada hasta 15° con respecto a la posición normal
3	Protegida contra la lluvia fina (pulverizada)	El agua pulverizada de lluvia que cae en una dirección que forma un ángulo de hasta 60° con la vertical, no deberá tener efectos perjudiciales
4	Protegida contra las proyecciones de agua	El agua proyectada en todas las direcciones sobre la envolvente no deberá tener efectos perjudiciales
5	Protegida contra los chorros de agua	El agua proyectada con la ayuda de una boquilla, en todas las direcciones, sobre la envolvente, no deberá tener efectos perjudiciales

Anexo VI. Diagrama de flujo





Anexo VII. Circuito de fuerza de instalación eléctrica.



NOMENCLATURA	
B1	Bomba 1
B2	Bomba 2
ML	Motor de lavadora
AZ	Azul
NG	Negro
C	Cafe
B	Blanco
R	Rojo
AM	Amarillo
L1	Linea 1
L2	Linea 2
N	Neutro

PROYECTO: Diseño y construcción de una estación de lavado automático de piezas mecánicas para "Taller Turbo"

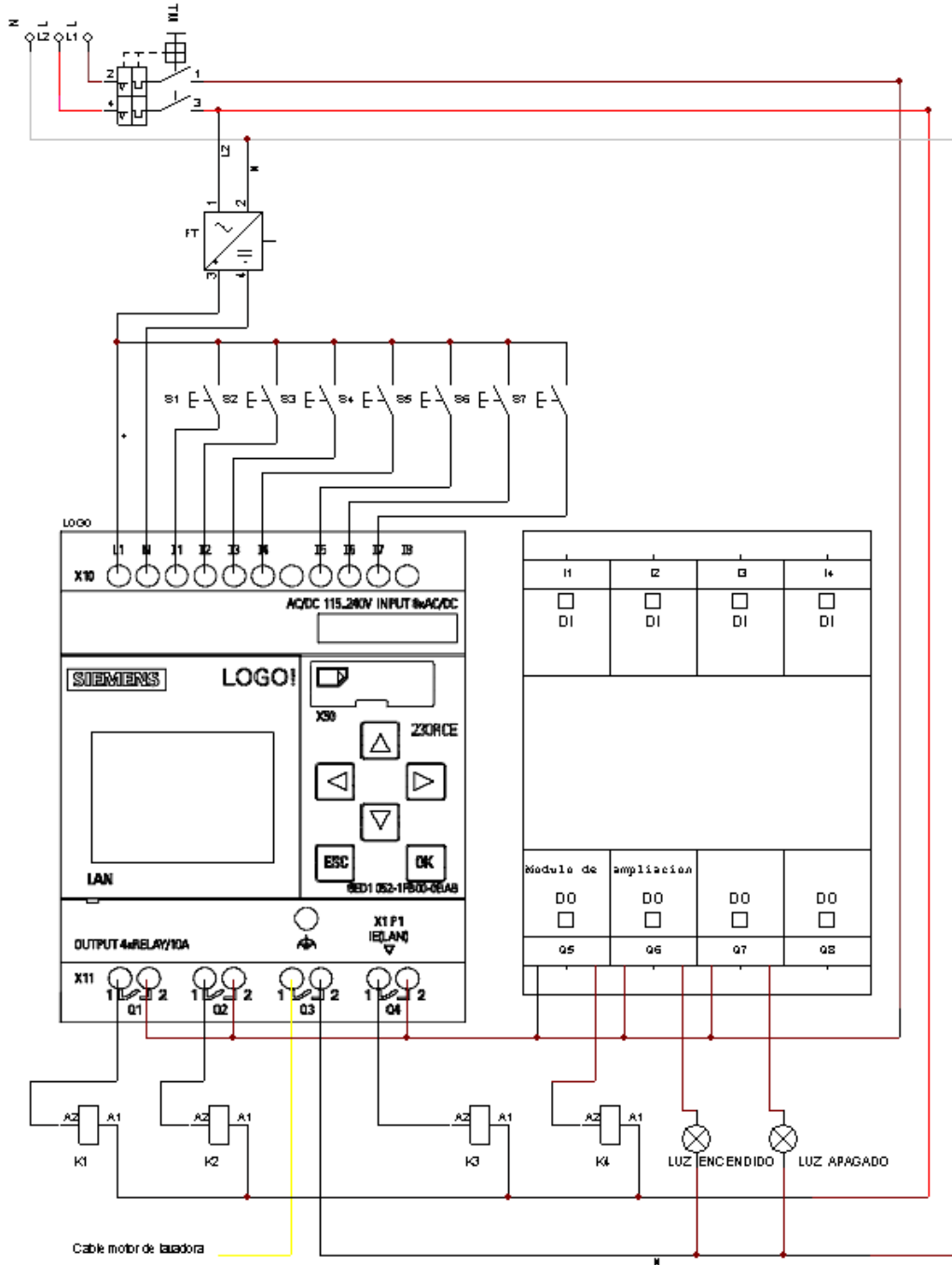
PLANO: Circuito de fuerza

AUTOR: Iván Burbano
Cristian Oña

FECHA:
05/06/2018

Nº 01 /01

Anexo VIII. Circuito de control de instalación eléctrica.



PROYECTO: Diseño y construcción de una estación de lavado automático de piezas mecánicas para "Taller Turbo"

PLANO: Circuito de control

AUTOR: Iván Burbano
Cristian Oña

FECHA:
05/06/2018

Nº 01 /01

Anexo IX. Catálogo de accesorios línea PVC
























PLASTIGAMA

www.plastigama.com

ROSCABLE PP

Tubería y accesorios para agua caliente y fría.

Máxima seguridad en la unión. Fácil y rápida instalación.

	CODO HH 90° plg 1/2 3/4 1 1 1/4 1 1/2 2		CODO HH 45° plg 1/2 3/4 1 1 1/4 1 1/2 2		CODO MH 90° plg 1/2 3/4		TAPON MACHO plg 1/2 3/4 1 1 1/4 1 1/2 2
	TAPON HEMBRA plg 1/2 3/4 1 1 1/2		TEE plg 1/2 3/4 1 1 1/4 1 1/2 2		UNION UNIVERSAL plg 1/2 3/4 1 1 1/4 1 1/2 2		UNION R.R. plg 1/2 3/4 1 1 1/4 1 1/2 2
	UNION REDUCTORA HH plg 1/2 x 3/4 1 x 3/4 1 x 1/2		NEPLO C/TUERCA plg 1/2 3/4 1 1 1/4 1 1/2 2		REDUCTOR 16 reducciones de 1/2" x 3/8" hasta 2" x 1 1/2"		CODO DE REDUCCION HH 90° plg 1/2 x 3/4
	CODO CACHIMBA CURVA MH plg 1/2 3/4		CODO 90° CON INSERTO METÁLICO plg 1/2		TEE HH CON INSERTO METÁLICO plg 1/2		UNION HH CON INSERTO METÁLICO plg 1/2
	ADAPTADOR PARA TANQUE C/JUNTA plg 1/2 3/4 1 1 1/4 1 1/2 2		PUENTE plg 1/2 3/4		NEPLO 6 cm plg 1/2 3/4 1		NEPLO 8 cm plg 1/2 3/4
	TUBERIA CUATRITUBO Y LINEA DORADA Espesor de pared plg 1/2 3.4 3/4 3.9 1 4.9 1 1/2 6.3 2 7.5 long 6m 6m 6m 6m 6m		NEPLO 10 cm plg 1/2 3/4 1 1 1/4 1 1/2 2		NEPLO 15 cm plg 1/2 3/4 1		TEE REDUCCION plg 1/2 x 1/2 1 x 3/4 1 x 1/2

Anexo X. Catálogo de filtro “plastigama”

SOLUCIONES PARA RIEGO PLASTIGAMA

FILTROS PLÁSTICOS DE MALLA

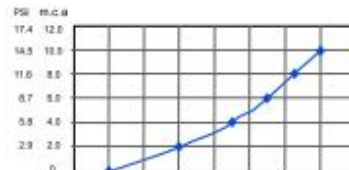


- Filtros en línea de Polipropileno y acrílico de alta resistencia
- Con cartucho de Disco o Malla, Plásticos y metálicos
- Capacidad de filtrado de 100, 120, 140 y 200 Mesh ideal para Riego por goteo y micro aspersión
- Presión Máxima de trabajo 116 PSI a 20 °C (80 m.c.a. / 8 Bares)

FILTRO DE MALLA 3/4" y 1"



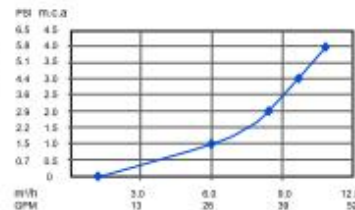
Tipo de Filtro: Malla plástica
 Conexión: Rosca macho
 Caudal 3/4" y 1": 22 GPM (5 m3/h)
 Grado de Filtrado: 120 mesh
 Área Filtrante: 100 cm2



FILTRO DE MALLA 1 1/2"



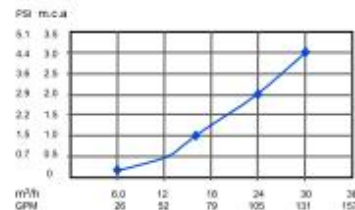
Tipo de Filtro: Malla plástica
 Conexión: Rosca macho 1 1/2"
 Caudal : 44 GPM (10 m3/h)
 Grado de Filtrado: 120 mesh
 Área Filtrante: 210 cm2



FILTRO DE MALLA 2"



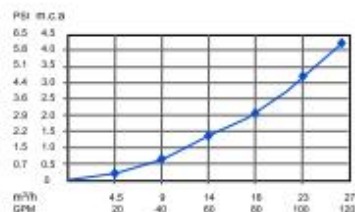
Tipo de Filtro: Malla plástica
 Conexión: Rosca macho 2"
 Caudal: 88 GPM (20 m3/h)
 Grado de Filtrado: 120 mesh
 Área Filtrante: 421 cm2



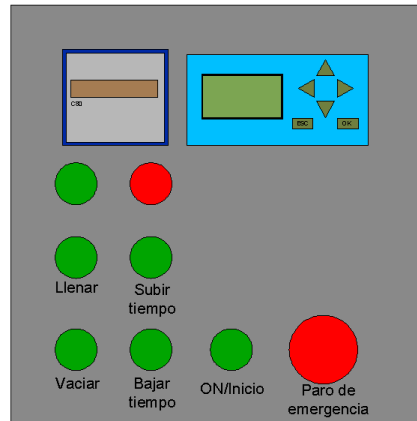
FILTRO DE MALLA 2" TRANSPARENTE



Tipo de Filtro: Malla Metálica
 Conexión: Rosca macho 2"
 Caudal: 80 GPM (18 m3/h)
 Grado de Filtrado: 200 mesh
 Área Filtrante: 392 cm2
 Carcaza transparente de fácil inspección y depósito con salida para drenaje de 3/4"



Anexo XI. Guía de operación para el usuario.



Al inicio del día de trabajo se debe energizar la máquina accionando el interruptor termimagnético y al finalizar el día se desenergizará la máquina accionando el mismo interruptor.



Para realizar el lavado se procede de acuerdo a las siguientes intrucciones:

Paso 1. Dependiendo del grado de suciedad de las piezas, se recomienda por algún medio manual tratar de retirar la mayor cantidad de suciedad que sea de fácil alcance, con lo cual se ayudará al desengrasante, debido a que ningún desengrasante por mayor calidad que este tenga soportará a una altísima exposición de suciedad, prolongando así su reemplazo y con esto los tiempos de mantenimiento, reparación o cambio de los equipos y componentes de la estación de lavado

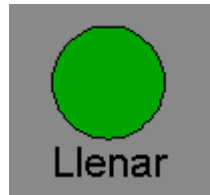
Paso 2. Introducir piezas a lavar en la cabina de lavado.

Paso 3. Presionar botón ON/Inicio y verificar instrucción en pantalla (Una sola vez).



L	L	E	N	E	T	I	N	A	
H	A	S	T	A	N	I	V	E	L
D	E	S	E	A	D	O	.	.	.
M	o	1	5	:	0	9			

Paso 4. Presionar botón Llenar¹ (Llenar cabina de lavado hasta nivel deseado).

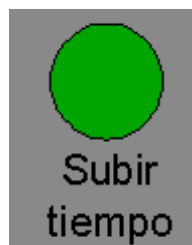


L	L	E	N	A	N	D	O	T	I	N	A
	D	E	L	A	V	A	D	O			
V	E	R	I	F	I	Q	U	E			
						N	I	V	E	L	.

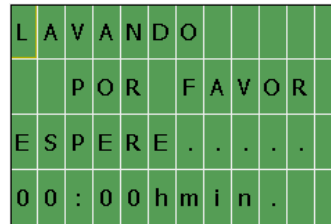
Paso 5. Verificar instrucción en pantalla.

I	N	G	R	E	S	E				
T	I	E	M	P	O	D	E			
L	A	V	A	D	O					
				5	m	i	n	.		

Paso 6. Presionar botón Subir o Bajar tiempo² para ajustar valor deseado.



Paso 7. Presionar botón =N/Inicio (Inicia el proceso de lavado).



Una vez culminado el proceso de lavado la máquina se apagará automáticamente.

Para cada lavado repetir la secuencia desde Paso 1 a Paso 6.

1. En caso de exceder el nivel de líquido deseado. Presionar botón Vaciar para regular hasta nivel deseado.
Nivel de líquido lo determina el usuario considerando el tamaño de piezas a lavar. Para obtener mejores resultados se recomienda que el líquido cubra totalmente las piezas a lavar.
2. El tiempo de lavado cubre valores desde 1 a 15 minutos, sin embargo la máquina trae un tiempo preestablecido de 5 minutos que se recomienda tomar como mínimo, ya que tiempos inferiores a este no garantizan un lavado de calidad.

En caso de observar algún fallo en el funcionamiento de la máquina, presionar el botón de paro de emergencia y comunicar al personal indicado.



Anexo XII. Plan de mantenimiento.

# DE ÍTEM	CANTIDAD	DETALLE	ACTIVIDADES	DIARIO	SEMANAL	MENSAUL	TRIMESTRAL	SEMESTRAL	ANUAL
7	1	Transmisión	Revisión General						
			Chequeo de juego de eje y posibles huellas de daño						
			Verificación del estado de la polea						
			Chequeo del estado de banda de transmisión						
			Chequeo del estado de retenedor principal*						
			Chuequeo del estado de estriados o piñones internos del eje *						
			Engrasado y lubricación del eje *						
			Chequeo de rodamientos internos *						
			Chequeo de retenedores internos del eje*						
5	1	Reductor mecánico	Revisión General						
			Chequeo de juegos de ejes de entrada y salida y posibles huellas de daños						
			Verificación del estado de las poleas de entrada y salida						
			Chequeo de rodamientos internos *						
			Chuequeo de engranajes, lubricación y engrasado						
2	1	Motor eléctrico	Revisión General						
			Chequeo del eje, juegos y posibles huellas de roces						
			Chequeo de rodamientos internos *						
			Chequeo y comprobación de condensador *						
			Verificación del estado de las bobinas, aislamientos y conexiones						
			Chequeo de pernos y tuercas de ajuste						
31-45	2	Bomba Eléctrica	Revisión General						
			Chequeo de motor eléctrico**						

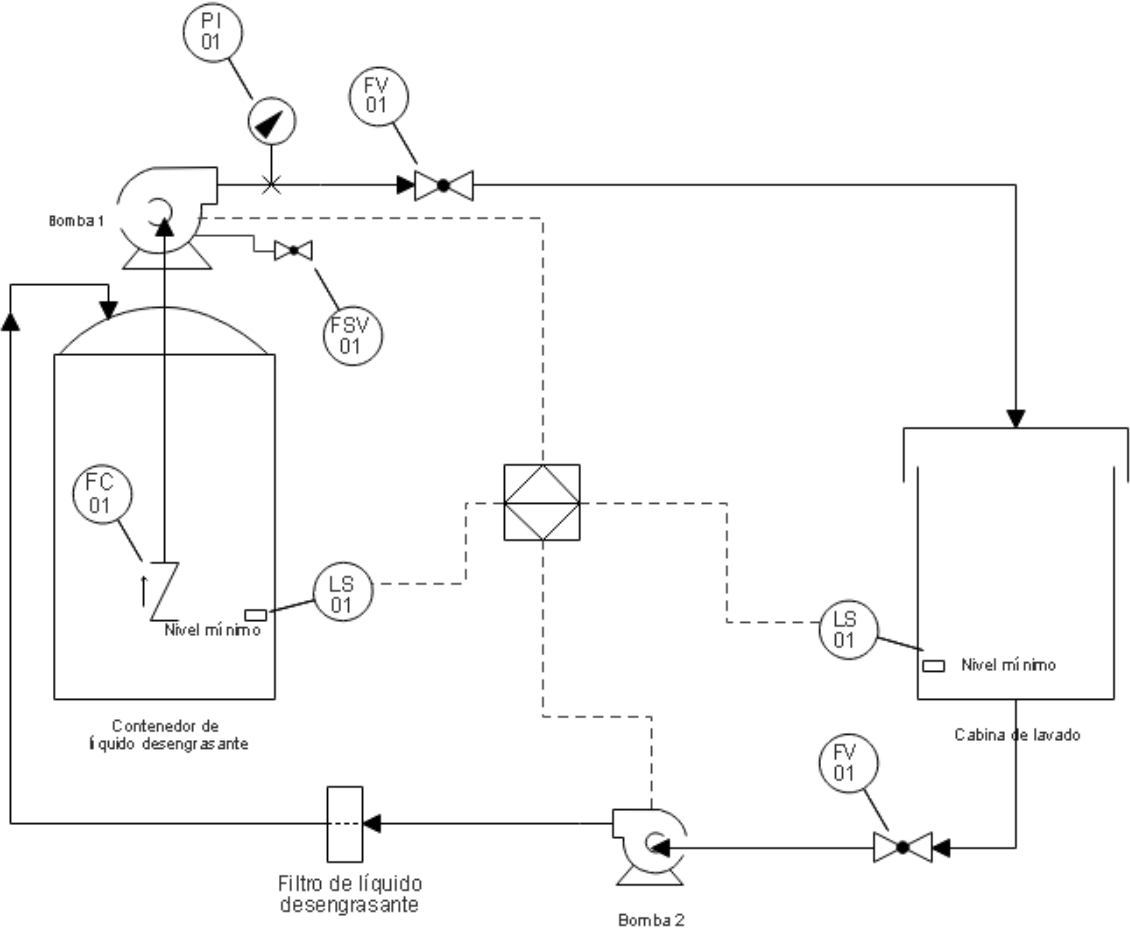
			Revisión y limpieza de la cámara de la bomba						
			Chuequeo y limpieza de difusor e impulsor						
			Revisión de sello mecánico *						
			Revisión del estado de los empaques de sellado*						
			Recirculación de agua con cloro solo en la bomba aislada del resto del sistema						
17	4	Boquillas Aspersoras	Revisión General						
			Chuequeo de posibles fisuras *						
			Limpieza						
32	1	Filtro de mallas	Revisión General						
			Chuequeo de posibles fisuras o daños en cuerpo, entrada y salida *						
			Limpieza de mallas y chequeo de fisuras o daños*						
15	1	Tina	Revisión General						
			Chuequeo de fisuras en la estructura						
			Chequeo de desgaste del ducto por donde pasa el eje de la transmisión						
			Revisar sólidos como tornillos tuercas o rodelas que hayan podido pasar y retirarlos						
			Limpieza						
14	1	Tambor Giratorio	Revisión General						
			Chuequeo de fisuras en la estructura						
			Chequeo de desgaste del ducto por donde pasa el eje de la transmisión						
			Revisar sólidos como tornillos tuercas o rodelas que hayan podido pasar y retirarlos						
			Limpieza						
41	1	Base Porta piezas	Revisión General						
			Chuequeo de fallas en las estructura o puntos de suelda abiertos						
			Limpieza						
11	1	Malla galvanizada	Revisión General						
			Chuequeo de fallas en las estructura o puntos de suelda						

			abiertos						
			Limpieza cuidadosa en el bocín magnético adherido a la malla						
			Limpieza de la malla						
35	1	Válvula de pie	Revisión General						
			Limpieza						
36	1	Contenedor	Revisión General						
			Chuequeo de fisuras o posibles fugas						
			Limpieza general						

* Indica un posible cambio ante un notorio daño o deterioro.

** Indica que se debe tomar en cuenta los pasos para un mantenimiento de motor ya especificados.

Anexo XIII. Esquema de control de lazo abierto.



Anexo XIV. Anexos digitales

Video: Prueba 1: Se pone a prueba únicamente la presión del agua aproximadamente a unos 80 [psi], sobre un piñón sucio.

Video: Prueba 2a: Lavado de piezas mecánicas sumergidas en agua con detergente a 50 [°C], con oxigenación a una presión de 40 [psi].

Video: Prueba 2b: Complementa la prueba 2 con el enjuague final de las piezas mecánicas con agua a presión regulada, utilizando una hidrolavadora eléctrica.

Video: Prueba 3a: Muestra el lavado de un cárter sucio, en el modelo inicial de cesto giratorio para pruebas, ya con el desengrasante elegido DEGREASE EC, disuelto en agua, durante 5 minutos, alternando el giro cada cierto tiempo, con la respectiva imagen “cárter 3a” de cómo termina dicha pieza.

Video: Prueba 3b: Complementa la prueba 3, con el lavado del cárter, con el impacto por chorros del desengrasante a una presión aproximada a 40 [psi], manteniendo el giro alternado, la imagen “cárter 3b” es el resultado final.

Video: Prueba 4: Se realiza la prueba de revoluciones por minuto, a través de un tarro con piezas mecánicas en su interior, este tarro está sujeto por un portabrocas de un taladro inalámbrico, en el cual se puede regular su velocidad, y con la ayuda de un tacómetro se da lectura a dicha velocidad.

Video: Prueba 5: Se colocan piezas mecánicas que serán destinadas al lavado, en el tambor giratorio de la lavadora a una velocidad de 20[rpm], aquí ya se utiliza el reductor mecánico acoplado con el motor.

Video: Prueba 6: Cumple la misma descripción del video anterior, sumado al uso del desengrasante, en el cual se sumergen las piezas.

Video: Prueba 7: Se pone a prueba el giro a 120 [rpm], en el cesto giratorio de una tapa de arranque de un desbrozador, considerada una pieza liviana.

Video: Sensor de nivel: Indica la instalación y el funcionamiento del sensor de nivel en la máquina, al interior de la tina, cabe recalcar que el mismo tipo de instalación se usa para el otro sensor colocado en el contenedor del desengrasante, que no muestra el video.

Video: Filtro de discos: Muestras las partes de un filtro de discos, y su funcionamiento, en la práctica se decidió cambiar este filtro por uno de mallas, la diferencia está únicamente en su elemento filtrante, cambiando los discos por el núcleo de mallas en acero inoxidable.

Video: Funcionamiento_Modelo básico: Aquí se indica cómo funciona la máquina, realizando una prueba de lavado completo, donde se puede observar las principales partes de esta, cabe indicar que para el modelo final se hacen pequeñas modificaciones en temas de instalación como: remplazo de acoples universales, por acoples rápidos, eliminación de tramos de manguera, así como la señalización del tablero de control entre otros trabajos de acabado.

Anexo XV. Planos de la máquina