

**INFORME FINAL**

**PRACTICA EMPRESARIAL FANTAXIAS S.A.S**

**JHON JAIRO ALEXANDER GARCIA PABON**

**[Jgarcia25@unab.edu.co](mailto:Jgarcia25@unab.edu.co)**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA**

**FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECAÑICAS**

**INGENIERIA MECATRONICA**

**BUCARAMANGA 2014**

**INFORME FINAL**  
**PRACTICA EMPRESARIAL FANTAXIAS S.A.S**

**Estudiante:**

**JHON JAIRO ALEXANDER GARCIA PABON**

**[Jgarcia25@unab.edu.co](mailto:Jgarcia25@unab.edu.co)**

**Director de proyecto:**

**SEBASTIAN ROA PRADA**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA**  
**FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECAÑICAS**  
**INGENIERIA MECATRONICA**  
**BUCARAMANGA 2014**

## Contenido

<b>I) INTRODUCCION</b> .....	<b>12</b>
<b>II) JUSTIFICACION</b> .....	<b>13</b>
<b>III) OBJETIVOS</b> .....	<b>14</b>
<b>IV) MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>15</b>
<b>V) RESUMEN DE LOS RESULTADOS.</b> ....	<b>18</b>
<b>VI) SYNOPSIS (ABSTRACT) OF RESULTS</b> .....	<b>20</b>
<b>VII) ACTIVIDAD PRINCIPAL DE LA PRÁCTICA EMPRESARIAL EN FANTAXIAS S.A.S</b> .....	<b>20</b>
<b>VIII) METODOLOGIA DE DESARROLLO DEL PROYECTO</b> .....	<b>21</b>
TRABAJO ALTERNO EN EL AREA DE MANTENIMIENTO .....	21
<b>IX) CUADRO No. 1 (Resultados de la práctica)</b> .....	<b>23</b>
<b>X) CUADRO No. 2 (DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS)</b> .....	<b>29</b>
<b>XI) DESCRIPCION DEL IMPACTO ACTUAL O POTENCIAL DE LOS RESULTADOS</b> .....	<b>31</b>
<b>XII) CRONOGRAMA</b> .....	<b>32</b>
<b>CAPITULO 1</b> .....	<b>33</b>
<b>DISEÑO DE MAQUINA ENSAMBLADORA DE BOTONES</b> .....	<b>33</b>
<b>XIII) DISEÑO DE UNA MAQUINA ENSAMBLADORA DE BOTONES PARA JEAN</b> .....	<b>34</b>
<b>XIV) INTRODUCCION</b> .....	<b>35</b>
<b>XV) ANTECEDENTES</b> .....	<b>36</b>
<b>XVI) DESCRIPCION DEL PROCESO DE ENSAMBLE DE LOS BOTONES</b> .....	<b>37</b>
Cuerpo Plástico: .....	38
Respaldo metálico: .....	38
Cuerpo (Botón de zamac):.....	39

Pasos para el ensamble del botón .....	39
<b>1. METODOLOGIA PARA LA ELABORACION DEL NUEVO DISEÑO DE LA MAQUINA ENSAMBLADORA .....</b>	<b>41</b>
<b>2. MODIFICACIÓN DEL MECANISMO DE ORDENAMIENTO DE CUERPOS PLASTICOS .....</b>	<b>43</b>
2.1 Bastidor.....	43
2.2 Guías semicirculares .....	44
2.3 Eje .....	45
2.4 Tambor .....	46
<b>3. MODIFICACIÓN DEL MECANISMO DE ORDENAMIENTO DE RESPALDOS METALICOS .....</b>	<b>47</b>
3.1 Bastidor .....	47
3.2 Guías semicirculares .....	48
3.3 Eje .....	49
3.4 Tambor .....	50
<b>4. DISEÑO DEL MECANISMO DE ORDENAMIENTO DE BOTONES DE ZAMAC.....</b>	<b>51</b>
4.1 Diseño del bastidor .....	51
4.2 Diseño del anillo seleccionador .....	52
4.3 Diseño del eje.....	52
4.4 Diseño de la hélice .....	53
4.5 Diseño de la carcasa .....	53
<b>5 SOPORTE DE LOS MECANISMOS DE ORDENAMIENTO.....</b>	<b>54</b>
<b>6 DISEÑO DE GUIAS.....</b>	<b>56</b>
6.1 Funcionamiento de las guías en el proceso.....	57
6.2 Diseño para la guía de cuerpos plásticos .....	58
6.3 Diseño de la guía para respaldos metálicos .....	61
6.4 Diseño de la guía para las piezas de zamac .....	63
<b>7 DISEÑO DE LA GUIA CENTRAL.....</b>	<b>65</b>

<b>8</b>	<b>DISEÑO DE GANCHO DOSIFICADOR DE RESPALDOS METALICOS .....</b>	<b>67</b>
<b>9</b>	<b>DISEÑO DE LA ESTRUCTURA PRINCIPAL DE LA MAQUINA 70</b>	
9.1	Estructura principal de la maquina.....	70
9.2	Etapas del diseño de la estructura.....	71
<b>10</b>	<b>DISEÑO DEL SISTEMA NEUMATICO .....</b>	<b>72</b>
10.1	Sistema de movimiento de la maquina .....	72
10.2	Componentes del sistema .....	75
10.3	Componentes seleccionados para el sistema neumático .....	76
10.3.1	Cilindro de desplazamiento del cuerpo plástico .....	76
10.3.2	Cilindro de ensamble (Cuerpo plástico y Respaldo metálico) .....	77
10.3.3	Cilindro de ensamble (Zamac y Respaldos ensamblados).....	79
10.3.4	Cilindro de prensado (Zamac y Respaldos ensamblados) .....	81
10.3.5	Sensores de posición de cilindro .....	83
10.3.6	Unidad de mantenimiento.....	84
<b>11</b>	<b>SELECCIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE LA MAQUINA</b>	<b>85</b>
11.1	Requerimientos del sistema .....	85
11.2	Lógica de control .....	88
11.3	Secuencia lógica de la maquina ensambladora de botones y descripción del proceso.....	88
11.4	Posición inicial de los vástagos .....	91
11.5	Lógica secuencial en GRAFCET .....	103
11.6	Programación en el lenguaje del plc.....	104
<b>12</b>	<b>ENSAMBLE DE LA MAQUINA DE BOTONES DE JEAN.....</b>	<b>106</b>
12.1	Ensamble de la estructura .....	106
12.2	Ensamble del mecanismo ordenador .....	107
12.2.1	Ensamble del tambor.....	108
12.2.2	Ensamble del bastidor con el tambor .....	109
12.3	Ensamble del ordenador de piezas de zamac.....	113

COTIZACION DE LOS ELEMENTOS .....	115
<b>CAPITULO 2.....</b>	<b>116</b>
<b>CALIBRACION DE pH METRO.....</b>	<b>116</b>
<b>13 CALIBRACIÓN DE PH METRO .....</b>	<b>117</b>
13.1 Ajuste de calibración.....	120
<b>CAPITULO 3.....</b>	<b>129</b>
<b>HORNO PARA EL TEMPLE DE ACEROS.....</b>	<b>129</b>
<b>14 HORNO PARA EL TEMPLE DE ACEROS.....</b>	<b>130</b>
14.1 Introducción .....	130
14.2.1 Resumen de los resultados .....	131
14.2.2 Metodología.....	132
14.2.3 Descripción del impacto actual o potencial de los resultados.....	133
14.3 Marco Teórico.....	133
14.3.1 Descripción del proceso de temple.....	133
14.3.2 Requerimientos para un buen tratado térmico .....	135
14.4 Horno eléctrico.....	136
14.5 Pruebas del sistema del horno eléctrico .....	138
Consumo del horno .....	146
Acometida eléctrica .....	148
COTIZACION .....	151
<b>15 CONCLUSIONES .....</b>	<b>152</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>154</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>155</b>

## LISTADO DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1</i>	<i>Diseño maquina ensambladora de botones</i>	<i>34</i>
<i>Ilustración 2</i>	<i>Tipos de botones</i>	<i>37</i>
<i>Ilustración 3</i>	<i>Cuerpos plásticos</i>	<i>38</i>
<i>Ilustración 4</i>	<i>Respaldos metálicos</i>	<i>38</i>
<i>Ilustración 5</i>	<i>Botón de zamac</i>	<i>39</i>
<i>Ilustración 6</i>	<i>Proceso de ensamble de botones</i>	<i>39</i>
<i>Ilustración 7</i>	<i>Pasos de ensamble de los botones</i>	<i>40</i>
<i>Ilustración 8</i>	<i>Bastidor</i>	<i>43</i>
<i>Ilustración 9</i>	<i>Guías semicirculares, diseño en Solidworks</i>	<i>44</i>
<i>Ilustración 10</i>	<i>Guías semicirculares, parte frontal</i>	<i>44</i>
<i>Ilustración 11</i>	<i>Guías semicirculares, parte posterior</i>	<i>45</i>
<i>Ilustración 12</i>	<i>Eje, Diseño en Solidworks</i>	<i>45</i>
<i>Ilustración 13</i>	<i>Eje</i>	<i>45</i>
<i>Ilustración 14</i>	<i>Tambor, diseño en Solidworks</i>	<i>46</i>
<i>Ilustración 15</i>	<i>Tambor, dimensiones modificadas</i>	<i>46</i>
<i>Ilustración 16</i>	<i>Bastidor de respaldos metálicos</i>	<i>47</i>
<i>Ilustración 17</i>	<i>Guías semicircular, Diseño en Solidworks</i>	<i>48</i>
<i>Ilustración 18</i>	<i>Guías semicirculares, parte frontal</i>	<i>48</i>
<i>Ilustración 19</i>	<i>Guías semicirculares, parte posterior</i>	<i>49</i>
<i>Ilustración 20</i>	<i>Eje, Modificado</i>	<i>49</i>
<i>Ilustración 21</i>	<i>Tambor, diseño en Solidworks</i>	<i>50</i>
<i>Ilustración 22</i>	<i>Tambor modificado</i>	<i>50</i>
<i>Ilustración 23</i>	<i>Bastidor de botones de ZAMAC</i>	<i>51</i>
<i>Ilustración 24</i>	<i>Anillos seleccionador</i>	<i>52</i>
<i>Ilustración 25</i>	<i>Eje</i>	<i>52</i>
<i>Ilustración 26</i>	<i>Hélice</i>	<i>53</i>
<i>Ilustración 27</i>	<i>Carcasa contenedora de botones</i>	<i>53</i>
<i>Ilustración 28</i>	<i>Soporte al bastidor</i>	<i>54</i>
<i>Ilustración 29</i>	<i>Eje del soporte</i>	<i>54</i>
<i>Ilustración 30</i>	<i>Ensamble de soporte de mecanismos ordenadores</i>	<i>55</i>
<i>Ilustración 31</i>	<i>Ubicación de cilindros</i>	<i>56</i>
<i>Ilustración 32</i>	<i>Puntos de llegada de las piezas</i>	<i>57</i>
<i>Ilustración 33</i>	<i>Guía de descensos de cuerpos plásticos</i>	<i>58</i>
<i>Ilustración 34</i>	<i>Punto de llegada del cuerpo plástico</i>	<i>59</i>
<i>Ilustración 35</i>	<i>Dimensiones de la guía</i>	<i>59</i>
<i>Ilustración 36</i>	<i>Dimensiones de cuerpos plasticos</i>	<i>60</i>
<i>Ilustración 37</i>	<i>Guía de descenso piezas metálicas</i>	<i>61</i>
<i>Ilustración 38</i>	<i>Dimensiones de descenso de la guía</i>	<i>61</i>
<i>Ilustración 39</i>	<i>Dimensiones de la guía de descenso de respaldos metálicos</i>	<i>62</i>
<i>Ilustración 40</i>	<i>Altura de la cara lateral para el descenso de las piezas</i>	<i>62</i>
<i>Ilustración 41</i>	<i>Guía de descenso de botones de zamac</i>	<i>63</i>
<i>Ilustración 42</i>	<i>Diámetro del botón de zamac</i>	<i>63</i>
<i>Ilustración 43</i>	<i>Guía de botones de zamac</i>	<i>64</i>

<i>Ilustración 44</i>	<i>Angulo necesario de descenso para la guía de piezas de zamac</i>	<i>64</i>
<i>Ilustración 45</i>	<i>Dimensiones de la guía de botones de zamac</i>	<i>65</i>
<i>Ilustración 46</i>	<i>Guía central</i>	<i>65</i>
<i>Ilustración 47</i>	<i>Guía central</i>	<i>66</i>
<i>Ilustración 48</i>	<i>Partes de la estructura del gancho dosificador</i>	<i>67</i>
<i>Ilustración 49</i>	<i>Ensamble de gancho dosificador</i>	<i>67</i>
<i>Ilustración 50</i>	<i>Cuerpo metálico listo para el descenso</i>	<i>68</i>
<i>Ilustración 51</i>	<i>Respaldo metálico en el dosificador</i>	<i>68</i>
<i>Ilustración 52</i>	<i>Ensamble del cuerpo plástico y respaldo metálico</i>	<i>69</i>
<i>Ilustración 53</i>	<i>Mecanismo modificado</i>	<i>69</i>
<i>Ilustración 54</i>	<i>Estructura de la maquina</i>	<i>70</i>
<i>Ilustración 55</i>	<i>Parte superior de la estructura de la maquina</i>	<i>71</i>
<i>Ilustración 56</i>	<i>Ángulos en L para la construcción de la maquina</i>	<i>71</i>
<i>Ilustración 57</i>	<i>Componentes del sistema neumático de la máquina</i>	<i>74</i>
<i>Ilustración 58</i>	<i>Cilindro Seleccionado: diámetro 20 carrera 80 mm DSNU- 20- 80PPV-A</i>	<i>76</i>
<i>Ilustración 59</i>	<i>Ubicación del cilindro en el ensamble</i>	<i>77</i>
<i>Ilustración 60</i>	<i>Cilindro Seleccionado: diámetro 25 carrera 25 mm DSNU-25-25-PPV-A</i>	<i>78</i>
<i>Ilustración 61</i>	<i>Posición del cilindro de ensamble en el diseño</i>	<i>79</i>
<i>Ilustración 62</i>	<i>Cilindro Seleccionado: diámetro 20 carrera 160 DSNU- 25- 160PPV-A</i>	<i>80</i>
<i>Ilustración 63</i>	<i>Ubicación del cilindro en el ensamble</i>	<i>80</i>
<i>Ilustración 64</i>	<i>Cilindro de prensado</i>	<i>81</i>
<i>Ilustración 65</i>	<i>Cilindro seleccionado: diámetro 80 carrera 50 DSNU- 20- 80PPV-A</i>	<i>82</i>
<i>Ilustración 66</i>	<i>Ubicación del cilindro en el ensamble</i>	<i>83</i>
<i>Ilustración 67</i>	<i>Sensor detector de proximidad</i>	<i>83</i>
<i>Ilustración 68</i>	<i>Unidad de mantenimiento</i>	<i>84</i>
<i>Ilustración 69</i>	<i>PLC TWDLCAA40DRF</i>	<i>87</i>
<i>Ilustración 70</i>	<i>Sensor Capacitivo (izquierda), Sensor Inductivo (Derecha)</i>	<i>87</i>
<i>Ilustración 71</i>	<i>Se utilizaran 4 cilindros neumáticos, estos realizan tanto transporte y ensamble de los diferentes componentes</i>	<i>88</i>
<i>Ilustración 72</i>	<i>Ubicación de los diferentes cilindros en el diseño</i>	<i>89</i>
<i>Ilustración 73</i>	<i>Ingresan las piezas plásticas previamente ordenadas en la tolva a la guía central</i>	<i>89</i>
<i>Ilustración 74</i>	<i>Posiciones iniciales de las partes del botón</i>	<i>90</i>
<i>Ilustración 75</i>	<i>Esquema y posición de los vástagos</i>	<i>91</i>
<i>Ilustración 76</i>	<i>Posiciones representadas en el diseño</i>	<i>91</i>
<i>Ilustración 77</i>	<i>Posición del cuerpo plástico</i>	<i>92</i>
<i>Ilustración 78</i>	<i>Salida del vástago de transporte de piezas plásticas</i>	<i>92</i>
<i>Ilustración 79</i>	<i>Salida del mecanismo de transporte de piezas plásticas</i>	<i>93</i>
<i>Ilustración 80</i>	<i>Esquema del retroceso del vástago de cuerpos plásticos</i>	<i>93</i>
<i>Ilustración 81</i>	<i>Salida del vástago para realizar el pre ensamble</i>	<i>94</i>
<i>Ilustración 82</i>	<i>Ingreso de los respaldos metálicos al dosificador</i>	<i>94</i>
<i>Ilustración 83</i>	<i>Dosificación de respaldos metálicos</i>	<i>95</i>
<i>Ilustración 84</i>	<i>Apertura de las tenazas</i>	<i>95</i>
<i>Ilustración 85</i>	<i>Retroceso del vástago de pre ensamble (plásticos y metálicos)</i>	<i>96</i>
<i>Ilustración 86</i>	<i>Posición de las piezas luego del pre ensamble</i>	<i>96</i>
<i>Ilustración 87</i>	<i>Salida del vástago unión de pre ensamble y botón de zamac</i>	<i>97</i>
<i>Ilustración 88</i>	<i>Unión del pre ensamble con el botón de zamac</i>	<i>97</i>

<i>Ilustración 89 Guía de descenso del botón de zamac.....</i>	<i>98</i>
<i>Ilustración 90 Unión total del botón antes del prensado.....</i>	<i>98</i>
<i>Ilustración 91 Unión de las piezas detallando el ángulo necesario para el ensamble.....</i>	<i>98</i>
<i>Ilustración 92 Salida del vástago hasta el punto de prensado.....</i>	<i>99</i>
<i>Ilustración 93 Esquema del retroceso del vástago de unión.....</i>	<i>99</i>
<i>Ilustración 94 Salida simultanea del vástago de prensado y del dosificador de plásticos.....</i>	<i>100</i>
<i>Ilustración 95 Salida del vástago de prensado y de unión.....</i>	<i>100</i>
<i>Ilustración 96 Botón prensado.....</i>	<i>101</i>
<i>Ilustración 97 Retroceso de los vástagos de cuerpo plástico y prensado.....</i>	<i>101</i>
<i>Ilustración 98 Salida de vástago de pre ensamble.....</i>	<i>102</i>
<i>Ilustración 99 Lógica LADDER I.....</i>	<i>104</i>
<i>Ilustración 100 Lógica LADDER II.....</i>	<i>105</i>
<i>Ilustración 101 Estructura base de la maquina.....</i>	<i>106</i>
<i>Ilustración 102 Estructura de la maquina.....</i>	<i>106</i>
<i>Ilustración 103 Ensamble de guías semicirculares y bastidor en el diseño.....</i>	<i>107</i>
<i>Ilustración 104 Ensamble de g Ensamble de guías semicirculares y bastidor.....</i>	<i>107</i>
<i>Ilustración 105 Ensamble del tambor con sus otras piezas.....</i>	<i>108</i>
<i>Ilustración 106 Tambor ensamblado en el diseño.....</i>	<i>108</i>
<i>Ilustración 107 Tambor Ensamblado.....</i>	<i>109</i>
<i>Ilustración 108 Ensamble del eje con el bastidor.....</i>	<i>109</i>
<i>Ilustración 109 Mecanismo de ordenamiento ensamblado.....</i>	<i>110</i>
<i>Ilustración 110 Ordenador de cuerpos plásticos.....</i>	<i>110</i>
<i>Ilustración 111 Ordenador de respaldos metálicos.....</i>	<i>110</i>
<i>Ilustración 112 Ensamble con el soporte del ordenador.....</i>	<i>111</i>
<i>Ilustración 113 Ensamble de la guía en el mecanismo de ordenamiento.....</i>	<i>111</i>
<i>Ilustración 114 Ensamble de la guía central.....</i>	<i>112</i>
<i>Ilustración 115 Alineación de caras de las guías y la guía central.....</i>	<i>112</i>
<i>Ilustración 116 Unión del bastidor de botones de zamac y el soporte.....</i>	<i>113</i>
<i>Ilustración 117 Ensamble del mecanismo de ordenamiento de botones.....</i>	<i>113</i>
<i>Ilustración 118 Ensamble de la guía de descenso y la guía central.....</i>	<i>114</i>
<i>Ilustración 119 Pantalla LCD.....</i>	<i>117</i>
<i>Ilustración 120 Visualizador de mediciones.....</i>	<i>117</i>
<i>Ilustración 121 Teclado del equipo de medición.....</i>	<i>118</i>
<i>Ilustración 122 Función detallada del teclado.....</i>	<i>119</i>
<i>Ilustración 123 Sonda de medición.....</i>	<i>120</i>
<i>Ilustración 124 Sonda de medición, parte sumergible.....</i>	<i>120</i>
<i>Ilustración 125 Conexión de la sonda y otros tipos de conexión.....</i>	<i>120</i>
<i>Ilustración 126 Teclado del equipo de medición.....</i>	<i>121</i>
<i>Ilustración 127 Parámetros de medición.....</i>	<i>121</i>
<i>Ilustración 128 Tecla de opción para calibrar.....</i>	<i>121</i>
<i>Ilustración 129 Buffers de medición.....</i>	<i>122</i>
<i>Ilustración 130 Pantalla del equipo de medición.....</i>	<i>122</i>
<i>Ilustración 131 Pantalla equipo de medición.....</i>	<i>123</i>
<i>Ilustración 132 Visualización de modificación de valores.....</i>	<i>123</i>
<i>Ilustración 133 Visualización de modificación del parámetro.....</i>	<i>124</i>
<i>Ilustración 134 Pantalla cargando datos.....</i>	<i>124</i>

<i>Ilustración 135 Valor de medición del buffer luego de la calibración.....</i>	<i>125</i>
<i>Ilustración 136 Visualización de medición de pH 10.0 contaminado.....</i>	<i>125</i>
<i>Ilustración 137 Medición de parámetros en el proceso de galvanica.....</i>	<i>126</i>
<i>Ilustración 138 Medición de parámetros en el proceso de galvanica.....</i>	<i>126</i>
<i>Ilustración 139 Medición de parámetros en el proceso de galvanica.....</i>	<i>127</i>
<i>Ilustración 140 El valor de pH del agua está entre valores de pH 6 y pH7.....</i>	<i>127</i>
<i>Ilustración 141 Problemas en piezas con medición de pH defectuoso.....</i>	<i>128</i>
<i>Ilustración 142 Horno para el temple.....</i>	<i>130</i>
<i>Ilustración 143 Metodología de trabajo en el horno de temple.....</i>	<i>132</i>
<i>Ilustración 144 Curso de temperatura en el temple ordinario.....</i>	<i>134</i>
<i>Ilustración 145 Grafica de proceso de calentamiento.....</i>	<i>134</i>
<i>Ilustración 146 Resistencia eléctrica en espiral y de pletina plegada.....</i>	<i>136</i>
<i>Ilustración 147 Alambre en espiral sobre ranuras.....</i>	<i>136</i>
<i>Ilustración 148 Conexión de los terminales.....</i>	<i>137</i>
<i>Ilustración 149 Pirómetro descartado.....</i>	<i>139</i>
<i>Ilustración 150 Termocuplas de prueba.....</i>	<i>140</i>
<i>Ilustración 151 Temperatura en los visualizadores.....</i>	<i>140</i>
<i>Ilustración 152 Temperatura en los visualizadores.....</i>	<i>141</i>
<i>Ilustración 153 Medición con la nueva termocupla tipo K.....</i>	<i>141</i>
<i>Ilustración 154 Contactor de 40 amperes.....</i>	<i>142</i>
<i>Ilustración 155 Totalizador de protección.....</i>	<i>142</i>
<i>Ilustración 156 Cavidad interior del horno.....</i>	<i>143</i>
<i>Ilustración 157 Resistencia para pruebas.....</i>	<i>143</i>
<i>Ilustración 158 Voltaje de alimentación.....</i>	<i>144</i>
<i>Ilustración 159 Corriente con una sola resistencia.....</i>	<i>144</i>
<i>Ilustración 160 Resistencia en el horno.....</i>	<i>145</i>
<i>Ilustración 161 Temperatura de la resistencia en el horno.....</i>	<i>145</i>
<i>Ilustración 162 Configuración de resistencias.....</i>	<i>146</i>
<i>Ilustración 163 Configuración de resistencias en paralelo.....</i>	<i>146</i>
<i>Ilustración 164 Totalizador a 200 amperes.....</i>	<i>149</i>
<i>Ilustración 165 Contactor a 200 amperes.....</i>	<i>149</i>

## **LISTADO DE FLUJOGRAMAS**

<i>Flujograma 1 Metodología de desarrollo del proyecto.....</i>	<i>21</i>
<i>Flujograma 2 Metodología de trabajo alterno.....</i>	<i>22</i>
<i>Flujograma 3 Cronograma de actividades.....</i>	<i>32</i>
<i>Flujograma 4 Metodología del nuevo diseño.....</i>	<i>42</i>
<i>Flujograma 5 Lógica GRAFCET.....</i>	<i>103</i>

## LISTADO DE TABLAS

<i>Tabla 1 Resultados de la practica</i>	28
<i>Tabla 2 De las actividades realizadas</i>	30
<i>Tabla 3 Componentes de la maquina</i>	73
<i>Tabla 4 Cilindros Seleccionados</i>	76
<i>Tabla 5 Sistema de control de la maquina</i>	86
<i>Tabla 6 Cotización Maquina ensambladora</i>	115
<i>Tabla 7 Propiedades de las aleaciones de Ni-Cr</i>	137
<i>Tabla 8 Tabla de conductores</i>	148
<i>Tabla 9 Tabla de conductores</i>	150
<i>Tabla 10 Cotización equipos para horno de fundición</i>	151

## I) INTRODUCCION

Datos generales de la empresa.

Nombre: FANTAXIAS S.A.S

Dirección: Calle 28 # 6 – 56, Barrio Girardot, Bucaramanga

Teléfono: 6305060

Función: FANTAXIAS S.A.S es una empresa que produce y comercializa artículos metálicos para la industria del cuero y confección, herrajes para el mueble, madera y regalos empresariales.

Área de Trabajo: Desarrollar una máquina que se encargara del ensamblaje de piezas de botones para jeans

Gerente: Ing. Eduardo Niño  
[comercial@fantaxias.com](mailto:comercial@fantaxias.com)

Jefes Inmediatos: Ing. Eduardo Niño  
Gerente comercial  
[comercial@fantaxias.com](mailto:comercial@fantaxias.com)

Horario de Trabajo: lunes a viernes 7:00 A.M a 2:00 P.M.  
Sábados 8:00 A.M a 12:00 M

## II) JUSTIFICACION

¿Por qué de la práctica?

- Es la mejor forma de aplicar los conocimientos adquiridos en el proceso de formación académica con el fin de complementarlos.
- Se adquieren habilidades, que ha futuro permiten acoplarse de la mejor manera al sector laboral e incorporar conocimientos en la mejora de los procesos de la empresa.
- Se conoce más sobre el área de los materiales, conociendo que hay en la industria y los precios de los insumos para la construcción del prototipo, como de la máquina.
- Ayuda en el manejo interpersonal, socializando con personas de diferente formación y experiencia laboral, con el fin de potencializar una idea o proyecto.
- Se conoce de requerimientos específicos de una empresa para la realización de un proyecto , como el proceso de aprobación y formatos para la elaboración de tareas

¿Para que la práctica en la empresa?

La práctica en FANTAXIAS S.A.S es incorporar los conocimientos a mejorar uno de los procesos de la empresa, con el fin de dar un mejoramiento en el ensamblaje de botones de zamac realizando el acondicionamiento del diseño propuesto durante el proceso de práctica de Nicolás Moreno y realizar la selección de los materiales con sus respectivos costos, analizando la viabilidad del mismo.

¿Cómo se desarrollan las prácticas en esa empresa?

FANTAXIAS S.A.S para el proceso de práctica empresarial, el estudiante firma un contrato de aprendizaje, principalmente enfocado para estudiantes SENA, pero también aplicado a estudiantes de pregrado, como tecnologías de otras universidades, este contrato tiene término a seis (6) meses o dependiendo del tipo de proyecto y avance.

Los proyectos se desarrollan en la planta y son dirigidos dependiendo del área de la empresa en la que vaya a desempeñarse, contando con el apoyo de todas las secciones necesarias para la elaboración de las tareas.

### **III) OBJETIVOS**

- Diseñar un nuevo sistema de ordenamiento para las piezas de zamac, que permitan la flexibilidad requerida por las diferentes dimensiones de los botones
- Analizar el modo del ensamblaje de las piezas propuesto, para verificar el correcto ensamblaje y su implementación en el diseño.
- Realizar adecuaciones al diseño propuesto a la empresa, con materiales que sean comerciales y que presten un fácil mantenimiento y en caso de avería, un fácil cambio de la pieza.
- Selección de la instrumentación adecuada y necesaria para realizar el proceso de ensamblaje de las piezas del botón.
- Modificación de los mecanismos de ordenamiento y dosificación de las piezas del botón (Cuerpo plástico y respaldo metálico)
- Calibrar el equipo de medición de pH para el área de galvánica.
- Analizar y realizar pruebas en un horno para el temple de aceros, para el área de taller

## IV) MARCO TEÓRICO

### Estado del arte de la empresa

#### HISTORIA

FANTAXIAS S.A.S. Es una empresa que desde 1989 produce artículos metálicos para la industria de la confección y el cuero, regalos empresariales y herrajes para muebles metálicos y de madera.

Certificada con la Norma ISO 9001-2008 por la SGS desde el año 2003 y en proceso de implantar ISO 14000 e ISO 18000. Cuenta con un equipo de trabajo de 170 personas profesionales en sus áreas, con procesos de formación y capacitación permanente, además posee tres talleres en las cárceles de Bucaramanga, que desde 1996 hacen parte integral de los procesos productivos contribuyendo así a la resocialización de esta población necesitada socialmente.

Igualmente su desarrollo se ha basado en la constante relación academia- empresa con lo cual se han desarrollado proyectos en las diferentes áreas que hacen de Fantaxias una empresa con una tecnología actualizada y en permanente mejora.

Sus proveedores son seleccionados y evaluados periódicamente para garantizar la calidad de sus materias primas.

Actualmente sus líneas de producción son:

- Fundición de piezas en zamac (aleación de 3% de Aluminio, 3% de Cobre, 1% de Magnesio y 93% de Zinc), aluminio y latón, con los cuales se fabrican productos desde 0.5 hasta 500 gramos de peso, para los usos que la industria requiera.
- Troquelaría sobre lámina o alambre de hierro, latón, cobre o aluminio. Se cuenta con gran experiencia en el diseño y fabricación de troqueles que involucran alta tecnología de fabricación.
- Mecanizado de piezas en altos volúmenes con torno automático en materiales de bronce, cobre, aluminio y hierro.

- También tienen procesos de pulido, montaje galvanoplastia y terminado que se aplican a los productos que lo requieran.

Cuenta con equipo de diseño e ingeniería dispuesto y capacitado para brindar el mejor servicio a sus clientes su lema es “compromiso y calidad a su servicio”

Este desarrollo se ha conseguido en todos estos años de experiencia, con el cual la empresa hace presencia en todo el país y en los principales mercados latinoamericanos, conformándose día a día en una de las mejores ofertas comerciales a nivel internacional para sus clientes.

Hoy FANTAXIAS puede ofrecer a todos sus clientes cuatro líneas de productos.

- Herrajes, hebillas, botones y marquillas para la industria del cuero y la confección, contando como clientes a las más importantes empresas confeccionistas del país y del exterior.
- Herrajes para el mueble y la madera, con los cuales se hace presencia en los más importantes distribuidores latinoamericanos y del país y en las principales industrias de la madera en Colombia.
- Regalos Empresariales: Cuenta con una excelente colección de artículos metálicos como llaveros, figuras religiosas, ajedreces y juegos y muchos otros elementos que pueden constituirse en alternativa de los regalos tradicionales o promocionales en las empresas.
- Desde el 2010 se viene desarrollando la línea de productos industriales, ofreciendo una alternativa de sustitución para productos importados y resolviendo problemas y necesidades de la industria local.

Fantaxias hace parte del Clúster Metalúrgico de Bucaramanga y participa activamente en el comité Universidad Empresa Estado (CUEES), y es miembro del Comité Técnico del SENA en el CIMI de Girón.

Fantaxias se desarrolla al ritmo del país, de sus proyectos, basados en un conocimiento técnico-científico de sus procesos y un recurso humano comprometido con la calidad y la satisfacción total del cliente.

### FILOSOFIA

Para la empresa FANTAXIAS S.A.S, cuyo lema es compromiso y calidad a su servicio, que satisfaga la necesidad de los clientes, diseñar producir y comercializar productos metálicos para la industria, implementando nuevas tecnologías para con el recurso humano competente, desde la perspectiva de la responsabilidad social, respetando la dignidad del ser humano y el hogar como el medio ambiente y el entorno social.

### GENERALIDADES

Teoría requerida para la realización y cumplimiento de los objetivos.

- Diseño de maquinas
- Solidworks
- Neumática
- Automatización
- Instrumentación

## **V) RESUMEN DE LOS RESULTADOS.**

Durante el proceso de la práctica se realizó el rediseño de una maquina ensambladora de botones, se realizaron modificaciones al diseño propuesto anteriormente con mecanismos existentes en la planta, se analizaron problemas como la precisión de los mecanismos y se llegó a la conclusión de que no era factible debido a que a cualquier perturbación como vibraciones ya sea por golpes o movimientos de la misma máquina, cambiaba la posición y/o la orientación de las distintas piezas para el ensamble.

Se inició el rediseño con el objetivo de corregir estos problemas y tomando la decisión de redistribuir y cambiar el proceso de ensamble, integrando piezas nuevas y elementos del anterior diseño presentado.

En la parte del ordenamiento se tomó de punto de partida el sistema diseñado anteriormente realizando las modificaciones necesarias para el correcto funcionamiento en el proceso de selección de cada parte (cuerpo plástico y recubrimiento metálico), se realizó la modificación del sistema de ordenamiento de las piezas de zamac debido a que este maneja diferentes dimensiones y con el sistema propuesto incrementaría el precio y restringe la utilidad de la máquina.

Ya teniendo como punto de partida las modificaciones a las piezas y como se hará el ensamble se procedió a la selección de los actuadores, sensórica y lógica del proceso que se adecuara al diseño.

Con este proceso se logró realizar un análisis más detallado del diseño, cumpliendo con el objetivo final del ensamble, precisión y tramos más cortos de desplazamiento, haciendo más rápido el trabajo.

- Selección de modificaciones para mejorar el diseño presentado en el proceso de practica de Nicolás Moreno
- Se realizó las modificaciones a las piezas existentes en la empresa y que se van a implementar en la maquina
- Selección de materiales que se encuentran en el comercio para facilitar la obtención de las piezas necesarias para el ensamble de la máquina.
- Selección de actuadores y sensores adecuados para el proceso
- Selección del mejor mecanismo de dosificación de las piezas que conforman el botón
- Lógica del proceso

Mientras se cotizan las piezas necesarias para la realización final de la maquina ensambladora de botones se trabajó en otras tareas, se realizó la calibración de pH metro, importante en el proceso de galvanica debido a que la concentración de pH depende la calidad final del producto, también se trabajó en el proceso de mantenimiento de algunas máquinas de la empresa, como motores, filtros, pirómetros entre otros.

Actualmente se está trabajando en la puesta en marcha de un horno para el temple, en las cuales se detectaron problemas con la acometida eléctrica y no era la adecuada para la puesta en funcionamiento de todas las resistencias implementadas en el horno.

## **VI) SYNOPSIS (ABSTRACT) OF RESULTS**

The company Fantaxias SAS is in a continuously development and growing, condense all its experience mainly in the built of tools, machinery and different products which will help as a raw material to other industries. Moreover, the company has received a support thanks to students' knowledge from different careers and areas always contemplating to improve in every process base on the students' professional capability.

The organisation is flexible and it cover different areas, reason why the intern has the opportunity to know all the company's process and it has the workers' assistance, which will be helpful to the student's design and the implementation of their future projects.

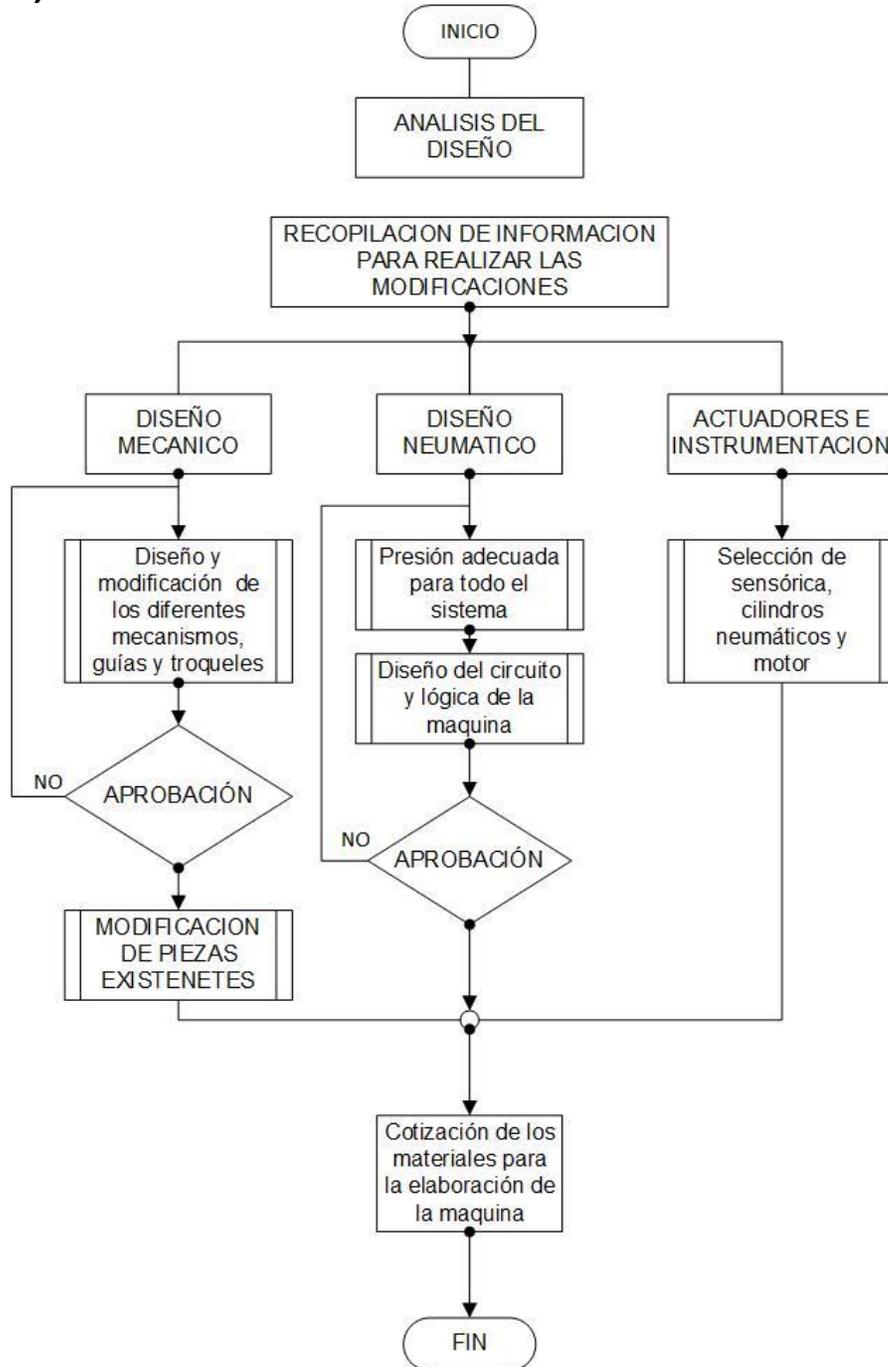
During this internship period we work to re-design the previous proposition of the máquina para el ensamble de botones de jean, using available raw materials in the current market with a main objective of simplify and to make more flexible the parts merge, in order to obtain the ended button.

Finally, it was possible to work on the calibration of the PH equipment witch it is use on the galvanic area and to analyse all the requirements to make perfectly functionally an oven for stain temple witch provide us a better understanding of how to offer maintenance to engines, filters and pumps.

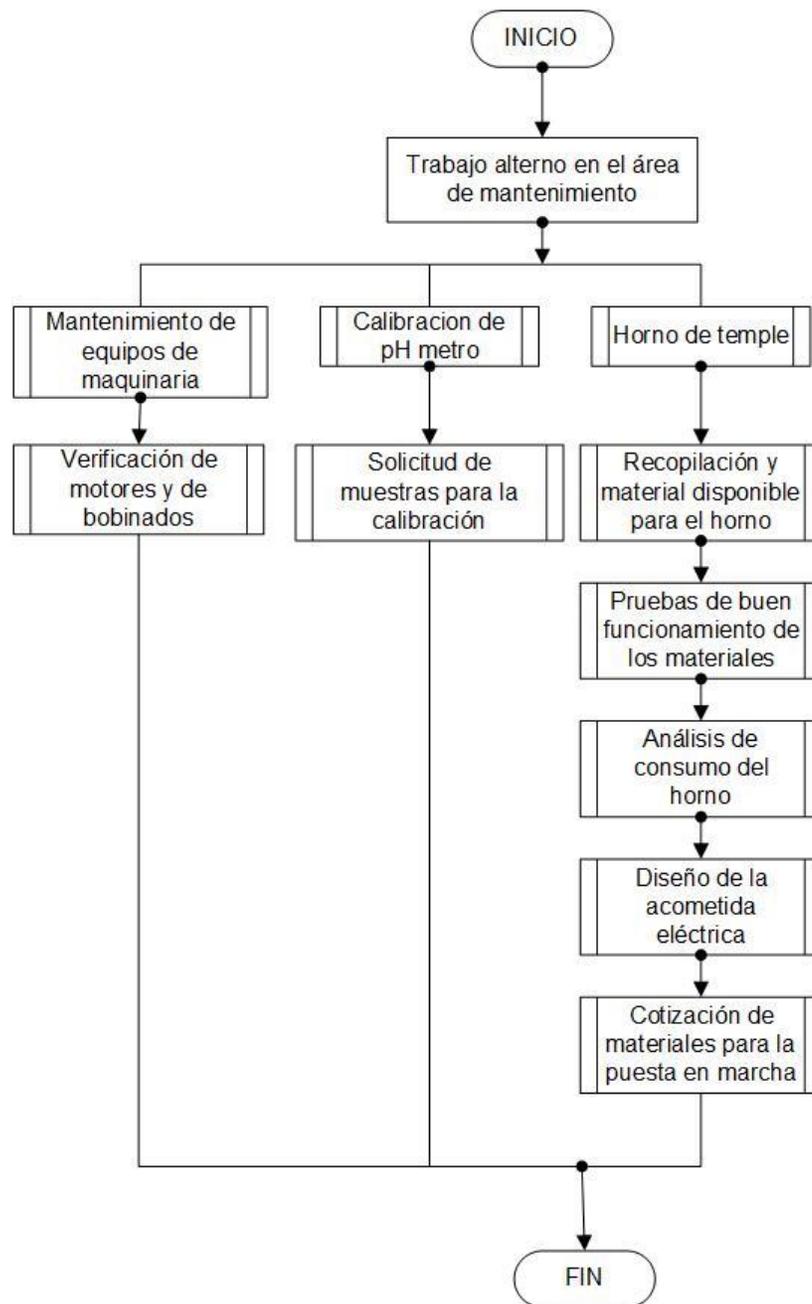
## **VII) ACTIVIDAD PRINCIPAL DE LA PRÁCTICA EMPRESARIAL EN FANTAXIAS S.A.S**

En el proceso de práctica en FANTAXIAS S.A.S, se analizó el diseño realizado por Nicolás Moreno y se consideraron modificaciones en las diferentes etapas del ensamblaje con el fin de facilitar y minimizar la complejidad en el proceso, se realizaron las modificaciones a los elementos existentes en la planta y que se van a implementar en la máquina, con el fin de adelantar parte del trabajo, este diseño se realiza con el fin de hacer una herramienta viable y precisa para obtener un producto de calidad y que ayude en el aumento de la velocidad en la producción.

## VIII) METODOLOGIA DE DESARROLLO DEL PROYECTO



Flujograma 1 Metodología de desarrollo del proyecto  
**TRABAJO ALTERNO EN EL AREA DE MANTENIMIENTO**



**Flujograma 2 Metodología de trabajo alterno**

**IX) CUADRO No. 1 (Resultados de la práctica)**

<b>OBJETIVOS</b>	<b>RESULTADOS ESPERADOS</b>	<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>	<b>INDICADOR VERIFICABLE DEL RESULTADO</b>	<b>No. DE ANEXO DE SOPORTE</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
<p><i>Realizar modificación al mecanismo de ordenamiento de cuerpos plásticos.</i></p>	<p><i>- Modificar el tambor y guías semicirculares que permitan la selección de los cuerpos</i></p> <p><i>- Adjuntar planos de las modificaciones realizadas.</i></p>	<p><i>Se realizó las modificaciones del tambor y anillos semicirculares que permitieran el ordenamiento de las piezas con sus respectivos planos.</i></p>	<p><i>- Sistema de ordenamiento realizando la selección de los cuerpos plásticos</i></p> <p><i>- Planos del sistema de ordenamiento</i></p>	<p><i>Anexo A</i></p> <p><i>DVD</i></p>	<p><i>Se realizaron algunas modificaciones realizadas en la propuesta anterior</i></p> <p><i>Entrega de los planos impresos y digitales.</i></p> <p><i>Imágenes del sistema de ordenamiento modificado.</i></p> <p><i>Se entrega el dispositivo realizando la función respectiva</i></p>

<p><i>Realizar modificación al mecanismo de ordenamiento de respaldos metálicos.</i></p>	<p><i>- Modificar el tambor y guías semicirculares que permitan la selección de los respaldos metálicos</i></p> <p><i>- Adjuntar planos de las modificaciones realizadas.</i></p>	<p><i>Se realizó las modificaciones del tambor y guías semicirculares que permitieran el ordenamiento de las piezas con sus respectivos planos.</i></p>	<p><i>- Sistema de ordenamiento realizando la selección de los respaldos metálicos</i></p> <p><i>- Planos del sistema de ordenamiento.</i></p>	<p><i>Anexo B</i></p> <p><i>DVD</i></p>	<p><i>Se realizaron algunas modificaciones a la propuesta anterior</i></p> <p><i>Entrega de los planos impresos y digital.</i></p> <p><i>Se entrega el dispositivo realizando la función respectiva</i></p>
--	---	---	--	---	---

<p><i>Realizar un diseño que permita el ordenamiento del botón zamac</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar el diseño del sistema de ordenamiento de botones de zamac.</li> <li>- Adjuntar planos mecánicos.</li> <li>- Realizar un sistema de ordenamiento que permita variar las dimensiones del botón.</li> </ul>	<p><i>Se realizó el diseño del mecanismo de ordenamiento con su respectiva información. Este mecanismo está en etapa de diseño, para su construcción pueden haber algunas modificaciones al sistema</i></p>	<p><i>- Planos del mecanismo de ordenamiento del botón zamac.</i></p>	<p><i>Anexo C DVD</i></p>	<p><i>Se realizaron modificaciones a la propuesta anterior</i></p> <p><i>Entrega en forma digital (DVD)</i></p> <p><i>Entrega de los planos impresos y digitales</i></p>
--	--	---	---	-------------------------------	--

<p><i>Definir y realizar un nuevo sistema de dosificación de las diferentes piezas del proceso con sus respectivas guías.</i></p>	<p><i>- Realizar el diseño de un sistema de dosificación.</i></p> <p><i>- Modificar gancho dosificador según los requerimientos del proceso</i></p> <p><i>- Adjuntar planos con las dimensiones de las guías</i></p>	<p><i>Se realizó el diseño de las diferentes guías y mecanismos de dosificación con sus respectivos planos.</i></p> <p><i>Se realizó la modificación del gancho dosificador con sus respectivos planos.</i></p>	<p><i>Gancho dosificador modificado y listo para instalar.</i></p> <p><i>Planos del mecanismo de las guías y modificaciones al gancho</i></p>	<p><i>Anexo D</i></p> <p><i>DVD</i></p>	<p><i>Se entrega el dispositivo realizando la función respectiva</i></p> <p><i>Entrega de los planos impresos y digitales</i></p>
<p><i>Definir los actuadores neumáticos para realizar la función de transporte y prensado</i></p>	<p><i>-Realizar la selección de los actuadores con sus respectivas dimensiones necesarias para la operación</i></p> <p><i>Adjuntar planos de los diferentes cilindros</i></p>	<p><i>Se realizó la selección de los equipos neumáticos que se acoplan al sistema de ensamble</i></p> <p><i>Se realizó la documentación de los diferentes dispositivos (planos, Datasheet)</i></p>	<p><i>Planos de los cilindros neumáticos con su respectiva referencia</i></p> <p><i>Cotización de los actuadores</i></p>	<p><i>Anexo E</i></p> <p><i>DVD</i></p>	<p><i>Entrega de planos impresos y de manera digital</i></p> <p><i>Entrega de toda la información de manera digital (DVD)</i></p>

<p><i>Seleccionar la instrumentación necesaria para el funcionamiento del proceso</i></p>	<p><i>Luego de la finalización del diseño del sistema, se definió la sensorica necesaria para el sistema</i></p>	<p><i>Se realizó la selección de la sensorica necesaria para el sincronismo y detección de las piezas</i></p>	<p><i>Selección de los diferentes dispositivos y su respectivo Datasheet.</i></p>	<p><i>Anexo F DVD</i></p>	<p><i>Entrega en forma digital e impresa, la información de los dispositivos</i></p>
<p><i>Seleccionar el controlador a usar y realizar su respectiva lógica</i></p>	<p><i>Al finalizar el diseño del sistema y conociendo los diferentes elementos presentes en el sistema, se realizó la selección del controlador plc, y su programación.</i></p>	<p><i>Se realizó la selección del controlador según las necesidades de la máquina y la respectiva programación en el lenguaje que opera el plc</i></p>	<p><i>- Lógica del proceso neumático</i>  <i>- Datasheet del equipo a usar</i>  <i>-Programación del plc en su lenguaje</i></p>	<p><i>Anexo G DVD</i></p>	<p><i>Entrega en forma digital e impresa de los planos y su programación</i></p>

<i>Realizar la calibración del medidor de pH del área de galvánica</i>	<i>Realizar la respectiva calibración del sistema de medición</i>	<i>Se realizó la calibración del equipo de medición y se capacito al líder de sección en caso de alguna falla en su lectura</i>	<i>Información detallada del proceso de calibración del equipo  Manual del equipo</i>	<i>Anexo H  DVD</i>	<i>Entrega del equipo calibrado y la información detallada del proceso de manera impresa y digital.</i>
<i>Analizar el sistema de un horno de temple, realizar pruebas y realizar el diseño de la acometida</i>	<i>Realizar pruebas de los diferentes elementos del horno, probar su correcto funcionamiento.  Realizar el diseño de la acometida eléctrica</i>	<i>Se realizó las pruebas y se detectó por qué no se había puesto en funcionamiento y las fallas en la alimentación.</i>	<i>Diseño de la acometida del sistema para su correcto funcionamiento o con los materiales existentes  Información de las pruebas realizadas del proceso</i>	<i>Anexo I  DVD</i>	<i>Se detectó las fallas del sistema, consumo eléctrico y se entrega la información de la acometida necesaria.</i>

**Tabla 1 Resultados de la practica**

**X) CUADRO No. 2 (DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS)**

<b>ACTIVIDADES (<i>comprometidas contractualmente</i>)</b>	<b>COMPROMIS OADQUIRIDO</b>	<b>LOGROS</b>	<b>ANEXO SOPORTE</b>
Modificaciones mecánicas necesarias para el correcto funcionamiento del ordenamiento del cuerpo plástico.	100%	Se realizó un informe que recopila la información de lo realizado	ANEXO A
Modificaciones mecánicas necesarias para el correcto funcionamiento del ordenamiento del respaldo metálico.	100%	Se realizó un informe que recopila la información de lo realizado	ANEXO B
Diseño e información necesaria para la realización del sistema de ordenamiento de los botones de zamac	100%	Se realizó un informe que recopila la información de lo realizado	ANEXO C
Diseño e información necesaria para la realización del sistema de dosificación y sus respectivas guías.	100%	Se realizó un informe que recopila la información de lo realizado	ANEXO D
Selección de los actuadores para el sistema de transporte y prensado	100%	Se realizó un informe que recopila la información de lo realizado	ANEXO E
Selección de la instrumentación para el sistema	100%	Se realizó un informe que recopila la información de lo realizado	ANEXO F

<b>ACTIVIDADES (<i>comprometidas contractualmente</i>)</b>	<b>COMPROMIS OADQUIRIDO</b>	<b>LOGROS</b>	<b>ANEXO SOPORTE</b>
Selección del controlador a usar y su respectiva programación	100%	Se realizó un informe que recopila la información de lo realizado	ANEXO G
Calibración del equipo de medición de pH	100%	Se realizó un informe que recopila la información de lo realizado	ANEXO H
Pruebas y necesidades para la puesta en funcionamiento de un horno para temple	100%	Se realizó un informe que recopila la información de lo realizado	ANEXO I

**Tabla 2 De las actividades realizadas**

## **XI) DESCRIPCION DEL IMPACTO ACTUAL O POTENCIAL DE LOS RESULTADOS**

Fantaxias SAS es una empresa especializada en el diseño, elaboración y comercialización de diferentes tipos de piezas como hebillas, herrajes, artículos para ferretería, piezas realizadas por fundición y troquelados, especializados en la industria del calzado, confección entre otros.

La empresa con el fin de mejorar la calidad de sus productos como aumentar su capacidad de producción y con el propósito de satisfacer las demandas de sus clientes y poder expandir su mercado a otras compañías, por lo que le exige estar en constante innovación. Actualmente se encuentra en el desarrollo de una máquina que permita mejorar la calidad y capacidad de producción de botones de jean, materia prima de sus principales clientes nacionales y extranjeros.

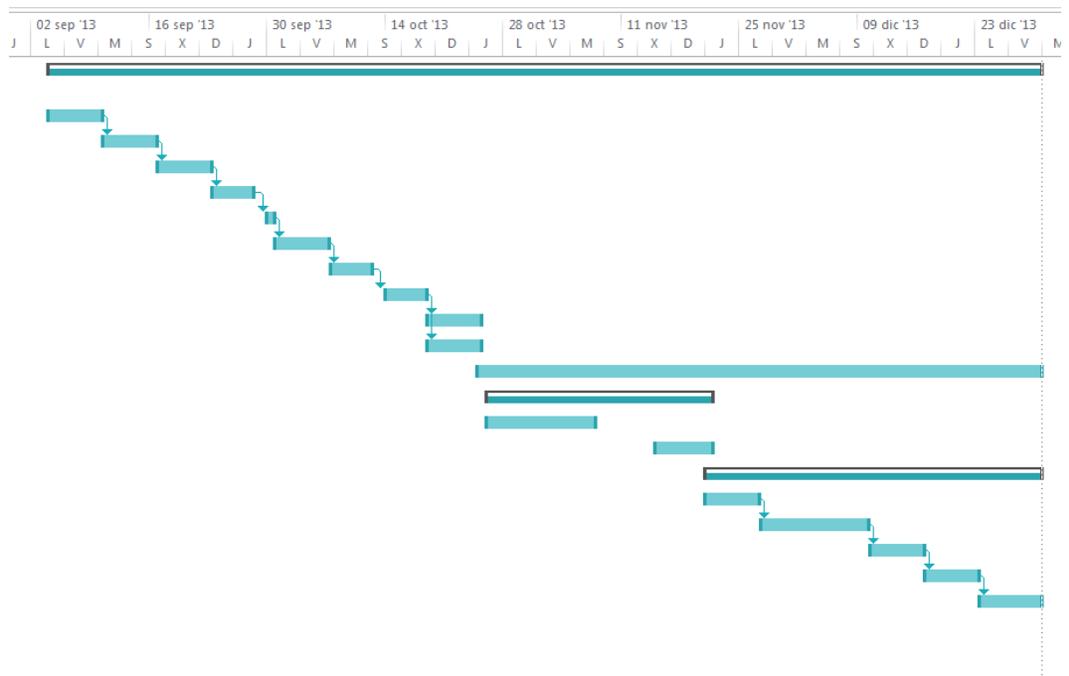
Con el fin de mejorar como empresa y dar oportunidad a estudiantes de carreras profesionales los incluyen en el desarrollo de sus proyectos como partes de sus prácticas, con el fin de aplicar, mejorar los conceptos adquiridos durante su proceso de formación debido a que se enfrenta a problemas y necesidades reales.

Como objetivo en el desarrollo de la máquina para el ensamble de los botones en la empresa, es disminuir costos y aumentar su producción, mejorando sus estándares de calidad, de esta máquina los únicos antecedentes son los realizados son el diseño presentado en el anterior proceso de práctica.

Adicional se trabajó en el proyecto de puesta en funcionamiento de un horno para temple de aceros, para el área de taller identificando y dando las posibles soluciones a los problemas que no permitían su trabajo, además se hizo la calibración de pH metro parte importante del proceso de galvanización, estos dos equipos (horno y pH metro) llevaban alrededor de 6 meses sin poder usarlos. Se propuso la implementación de un mezclador de químicos del área de galvanización debido a que se manejan químicos peligrosos como lo es el cianuro, del cual ya se pidieron los materiales para realizar su estructura.

## XII) CRONOGRAMA

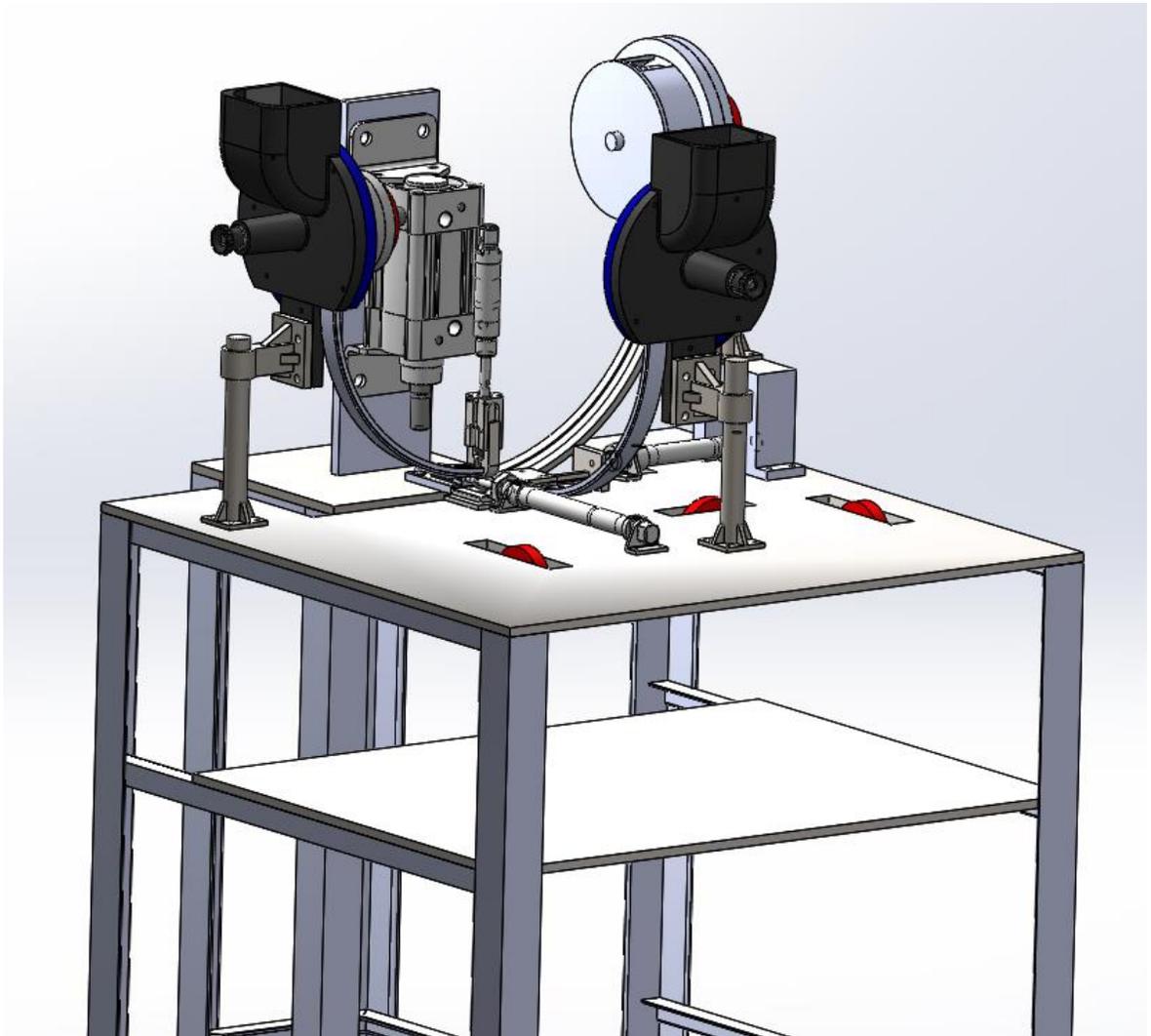
	 Modo de	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
1		▶ <b>PRACTICA FANTAXIAS</b>	92,38 días	mié 04/09/13	lun 30/12/13	
2		Retoma de proyecto	1 sem	mié 04/09/13	mar 10/09/13	
3		Análisis de posibles modificaciones	1 sem	mar 10/09/13	lun 16/09/13	2
4		Redistribución de las piezas	1 sem	mar 17/09/13	lun 23/09/13	3
5		Modificación de los mecanismos	1 sem	lun 23/09/13	sáb 28/09/13	4
6		Aprobación del diseño	1 día	lun 30/09/13	lun 30/09/13	5
7		Modificación de los mecanismos existentes en la empresa	1 sem	mar 01/10/13	lun 07/10/13	6
8		Diseño neumático	1 sem	lun 07/10/13	sáb 12/10/13	7
9		Lógica de la máquina	1 sem	lun 14/10/13	vie 18/10/13	8
10		Selección de actuadores	1 sem	sáb 19/10/13	vie 25/10/13	9
11		Selección de la sensorica	1 sem	sáb 19/10/13	vie 25/10/13	9
12		Cotización de materiales para la construcción	51,88 días	vie 25/10/13	lun 30/12/13	
13		▶ <b>Trabajo en el área de mantenimiento</b>	20,88 días	sáb 26/10/13	jue 21/11/13	
14		Verificación de motores y bobinados	2 sem.	sáb 26/10/13	jue 07/11/13	
15		Calibración de pH metro	1,08 sem.	vie 15/11/13	jue 21/11/13	
16		▶ <b>Horno de temple</b>	30,88 días	jue 21/11/13	lun 30/12/13	
17		Recopilación de material disponible para el horno	1 sem	jue 21/11/13	mié 27/11/13	
18		Prueba de buen funcionamiento de los materiales	2 sem.	mié 27/11/13	mar 10/12/13	17
19		Análisis de consumo del horno	1 sem	mar 10/12/13	lun 16/12/13	18
20		Diseño de la acometida eléctrica	1 sem	mar 17/12/13	lun 23/12/13	19
21		Cotización de materiales para la puesta en marcha	1,18 sem.	lun 23/12/13	lun 30/12/13	20



Flujograma 3 Cronograma de actividades

**CAPITULO 1**  
**DISEÑO DE MAQUINA ENSAMBLADORA DE**  
**BOTONES**

### XIII) DISEÑO DE UNA MAQUINA ENSAMBLADORA DE BOTONES PARA JEAN



**Ilustración 1** Diseño maquina ensambladora de botones

## XIV) INTRODUCCION

En la industria actualmente exige un proceso de mejoramiento de todos los procesos que permitan el mejoramiento de la cantidad, capacidad y la calidad de la producción para poder llegar a competir con otras empresas tanto nacionales como extranjeras.

En la industria manufacturera es de vital importancia conseguir equipos que cumplan con las necesidades, que en algunos casos son de alto costo, difícil mantenimiento por refracción o no cumplen de manera eficaz su objetivo. Por estas necesidades se requirió el análisis y reestructuración de la propuesta ofrecida por el practicante anterior con materiales que se encontraran comercialmente y que mejorara en la precisión del ensamble de las diferentes partes del botón.

El objetivo es mejorar el proceso con esta máquina, con relación a una previamente elaborada en la empresa pero que requiere un ensamble previo para su final prensado.

Con la propuesta realizada en la práctica anterior se realizaron las modificaciones al sistema de ordenamiento de las piezas (cuerpo plástico y respaldo metálico), y reposicionamiento en el diseño del proceso de ensamble.

El diseño se realiza en Solidworks, este software permite hacer un aproximación de cómo quedaría la máquina, la flexibilidad que este método de diseño permite, ver cómo se van a ensamblar los componentes, el funcionamiento previsto y que permite hacer modificaciones para mejorar el proceso, una vez obtenida esta información se hace la selección de los materiales a usar para la construcción.

Se está realizando en la empresa la elaboración de un horno encargado del temple de aceros, en el cual se contaba con la estructura del horno y algunos materiales que estaban sin verificar si eran adecuados para la temperatura y acometidas para el manejo de la potencia del horno, estas pruebas se hicieron de manera experimental elevando la temperatura lentamente e ir verificando las corrientes presentes.

## XV) ANTECEDENTES

Hoy en día se cuenta con una maquina encargada del prensado de los botones para jean netamente mecánica y operada manualmente creada por los operarios alrededor de unos 4 años, realiza la unión final de las piezas previamente ensambladas en la cual consiste en un motor acoplado a un volante motriz encargado de mover el cigüeñal y transformarlo a un movimiento lineal. El sistema de alimentación consiste en una bandeja con perforaciones según el diámetro del cuerpo del botón, en la que el operario va llenado manualmente las piezas ensambladas para realizar el prensado y su unión permanente.

La máquina cuenta solo con el sistema de encendido y apagado, donde depende de la velocidad y pericia del operador, por ser una maquina totalmente mecánico no se puede ajustar la fuerza y en algunos tipos de cuerpos de zamac es necesario este ajuste, ya que a una excesiva presión puede llegar a dañar el acabado o quebrar la pieza, esta máquina existente aunque resolvió el problema de ensamble final, no cumple con las expectativas de producción y en algunas ocasiones las que le exige el mercado.

Esta máquina fue realizada de manera empírica y según la experiencia del encargado de la construcción.

En el caso de horno de temple, la empresa no contaba con este proceso y tocaba hacerlo externamente, este tratado de los materiales tiene un alto costo por lo que se vio la necesidad de implementarlo, uno de los principales problemas es el de la acometida que no soporta la corriente exigida por el horno y por modificaciones en el equipo de trabajo, no se había podido continuar con el proyecto.

## XVI) DESCRIPCION DEL PROCESO DE ENSAMBLE DE LOS BOTONES

Los botones para jean es una pieza importante para la industria manufacturera debido a que es una de sus materias primas, estos elementos se usan para abrochar vestimentas.



Ilustración 2 Tipos de botones

El botón está conformado por tres piezas básicamente:

- Cuerpo plástico
- Respaldo metálico
- Cuerpo (Botón de ZAMAC)

### Cuerpo Plástico:

El cuerpo plástico son piezas creadas por el proceso de moldeo por inyección de plásticos, esta pieza del botón es la encargada de servir de soporte del respaldo metálico a la hora del ensamble con la prenda, cuando se realiza la postura del botón en la ropa, este hace la unión por medio de un tache.



**Ilustración 3 Cuerpos plásticos**

### Respaldo metálico:

El respaldo metálico son láminas de latón en las que se les aplica el proceso de embutido para darle su forma característica, en ella hay un agujero por el que ingresa el tache, luego se realiza un proceso de niquelado para darle mejor apariencia y evitar que se oxiden y extender la vida de este, su función es la de recubrir el cuerpo plástico y unirlo con el cuerpo (botón de zamac) para formar una sola pieza.



**Ilustración 4 Respaldos metálicos**

### Cuerpo (Botón de zamac):

El cuerpo o botón de zamac son realizados por medio del proceso puede ser por inyección o por centrifugado, es el encargado de abrochar la prenda y soportar el ensamble del cuerpo plástico y del respaldo metálico.



**Ilustración 5 Botón de zamac**

Está conformado por un material llamado zamac cuya composición es una aleación de aleación de 3% de Aluminio, 3% de Cobre, 1% de Magnesio y 93% de Zinc.

### Pasos para el ensamble del botón

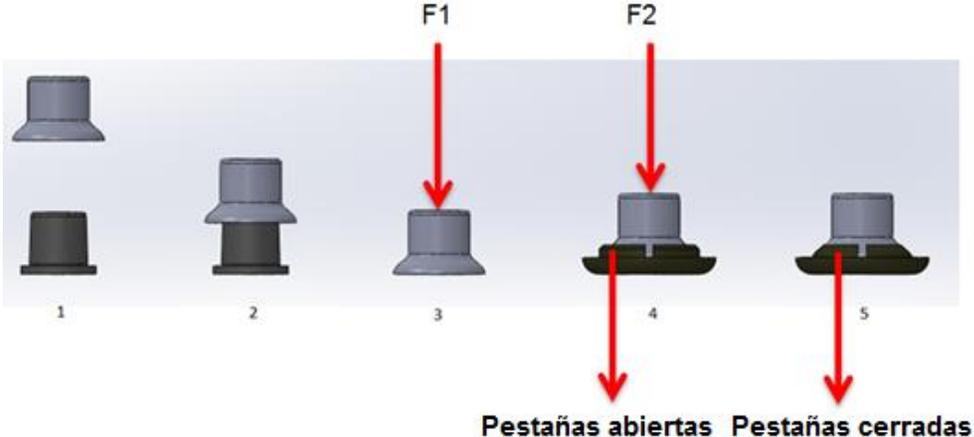
Para realizar el ensamblaje del botón consta de 5 pasos:



**Ilustración 6 Proceso de ensamble de botones**

En el primer paso se encuentra el cuerpo plástico en posición, en el segundo se coloca el respaldo metálico sobre el cuerpo plástico, en el tercer paso se le aplica una fuerza para realizar la unión entre estas dos piezas, luego se encuentra el posicionamiento de las piezas ensambladas anteriormente sobre el cuerpo o botón.

de zamac, para que por ultimo por medio de una prensa, ejerce la fuerza necesaria para el cierre de las pestañas como se puede observar en la siguiente figura en los pasos 4 y 5 y obtener el producto final.

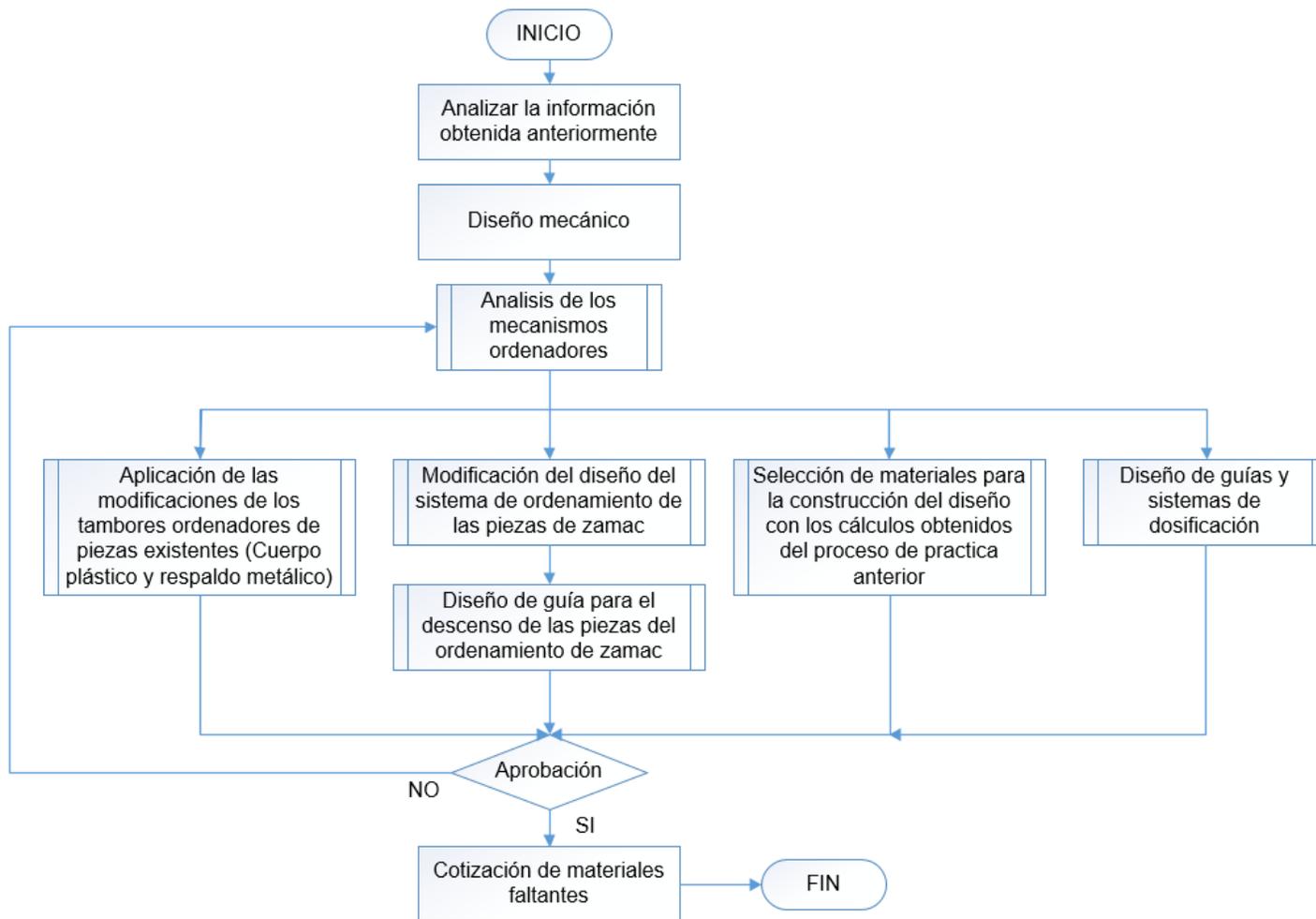


**Ilustración 7 Pasos de ensamble de los botones**

## **1. METODOLOGIA PARA LA ELABORACION DEL NUEVO DISEÑO DE LA MAQUINA ENSAMBLADORA**

Con la experiencia adquirida previamente en la colaboración durante el proceso del practicante anterior, se dedicó a realizar el análisis del posicionamiento de las piezas en el punto de ensamble, debido a que este debe ser preciso se realizó la búsqueda de mecanismos que permitieran la ubicación ideal y un método más práctico y no tan costoso como se tenía con los pistones.

Después se realizó la redistribución de las guías del proceso de ensamblaje, con el objetivo de acortar distancias para hacer las distintas operaciones en un menor tiempo, además de buscar una solución definitiva a la unión de los botones de zamac con el pre ensamble del cuerpo plástico y el respaldo metálico y la forma de transmisión de movimiento a los diferentes ejes del sistema de ordenamiento.



**Flujograma 4 Metodología del nuevo diseño**

## 2. MODIFICACIÓN DEL MECANISMO DE ORDENAMIENTO DE CUERPOS PLASTICOS

En este proceso de práctica y según la metodología de trabajo se realizó el análisis del proceso de ensamble propuesto anteriormente y detectar posibles fallas en el proceso y acortar los recorridos para disminuir los tiempos de pre ensamble y prensado.

Tomando como punto de partida esto se procedió a hacer las modificaciones realizadas en el diseño del sistema de ordenamiento de los cuerpos plásticos, en este caso se procedió a la modificación de las guías semicirculares, eje y tambor.

### 2.1 Bastidor

El bastidor es el encargado de soportar el sistema de ordenamiento comprendido por las guías semicirculares y el eje, en ella hay un pequeño compartimiento llamado tolva por donde es alimentado de cuerpos plásticos el ordenador, en ella se encuentran un par de guías macho que soportan las guías semicirculares y un orificio que atraviesa el bastidor donde va el eje y sus respectivos bujes.

El material de fabricación es de hierro fundido gris, el cual tiene características:

- Resistente a la compresión , frágil a la tensión
- Capacidad de amortiguar vibraciones internas

Esto hace a este material de uso común en la construcción de los bastidores, estructura de máquinas y diferentes clases de herramientas.

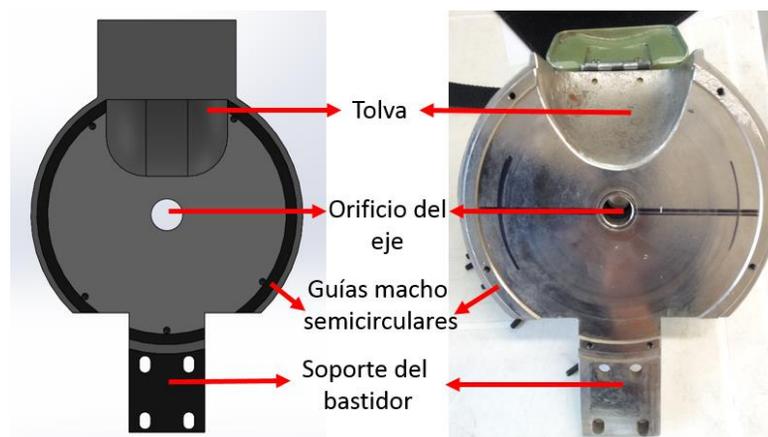


Ilustración 8 Bastidor

## 2.2 Guías semicirculares

Las guías semicirculares son las encargadas de mantener y ordenar los cuerpos plásticos antes de salir a la guía de descenso, su ensamble se hace por medio de unos canales casando con los machos de los bastidores, se realizó la modificación de las piezas con una tolerancia de 1 mm, estos anillos son fabricados en acero inoxidable 303 (AISI 303), según especificaciones del diseño, este material permite un mejor maquinado y es resistente a la corrosión.

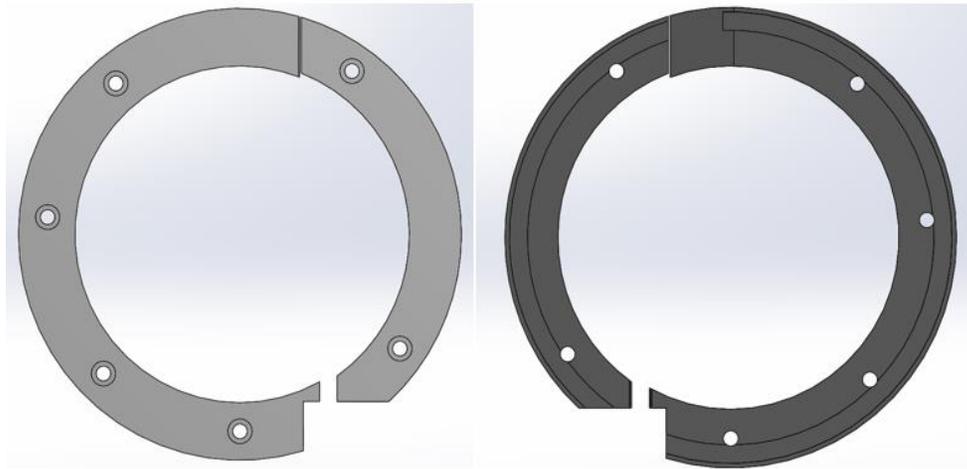


Ilustración 9 Guías semicirculares, diseño en Solidworks



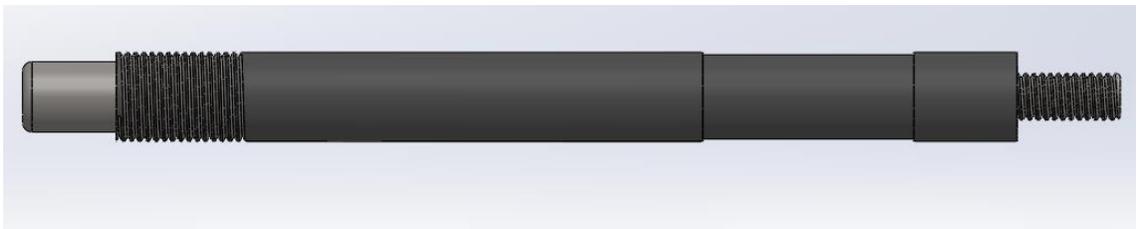
Ilustración 10 Guías semicirculares, parte frontal



**Ilustración 11 Guías semicirculares, parte posterior**

### **2.3 Eje**

La función del eje es generar un movimiento circular, necesario para hacer girar el tambor, este eje se acopla en el orificio presente en el bastidor con unos bujes para disminuir el rozamiento, presenta dos roscas en los extremos con los cuales se ajusta tanto el tambor como al bastidor, el material de los ejes es de acero AISI 1020 HR, debido a que cumple con las características necesarias según los cálculos realizados en la propuesta anterior con una resistencia a la fluencia de 30Kpsi y ser un acero comercial.



**Ilustración 12 Eje, Diseño en Solidworks**



**Ilustración 13 Eje**

## 2.4 Tambor

Su función principal es orientar y posicionar los cuerpos plásticos, en él se encuentran presentes unas ranuras con un espacio entre ellos de 7.87 mm, esto está determinado por el diámetro superior del cuerpo plástico y una tolerancia que permite que las piezas caigan libremente o no se presenten bloqueos por deformaciones en los cuerpos plásticos. Su función consiste en cuando se le aplica un movimiento circular por medio del eje, hace que las piezas roten en la cavidad, permitiendo solo la caída de las piezas que se encuentran ordenadas y en la posición requerida, tiene una capacidad de 550 cuerpos, es de hierro fundido por sus características de disminuir y amortiguar vibraciones internas.

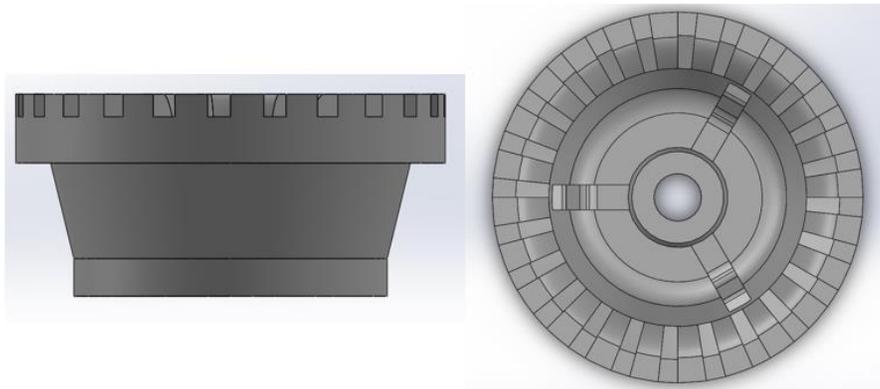


Ilustración 14 Tambor, diseño en Solidworks



Ilustración 15 Tambor, dimensiones modificadas

### 3. MODIFICACIÓN DEL MECANISMO DE ORDENAMIENTO DE RESPALDOS METÁLICOS

#### 3.1 Bastidor

El bastidor es el encargado de soportar el sistema de ordenamiento comprendido por las guías semicirculares y el eje, en ella hay un pequeño compartimiento llamado tolva por donde es alimentado de respaldos metálicos el ordenador, en ella se encuentran un par de guías macho que soportan las guías semicirculares y un orificio que atraviesa el bastidor donde va el eje y sus respectivos bujes.

El material de fabricación es de hierro fundido gris, el cual tiene características:

- Resistente a la compresión , frágil a la tensión
- Capacidad de amortiguar vibraciones internas

Esto hace a este material de uso común en la construcción de los bastidores, estructura de máquinas y diferentes clases de herramientas.

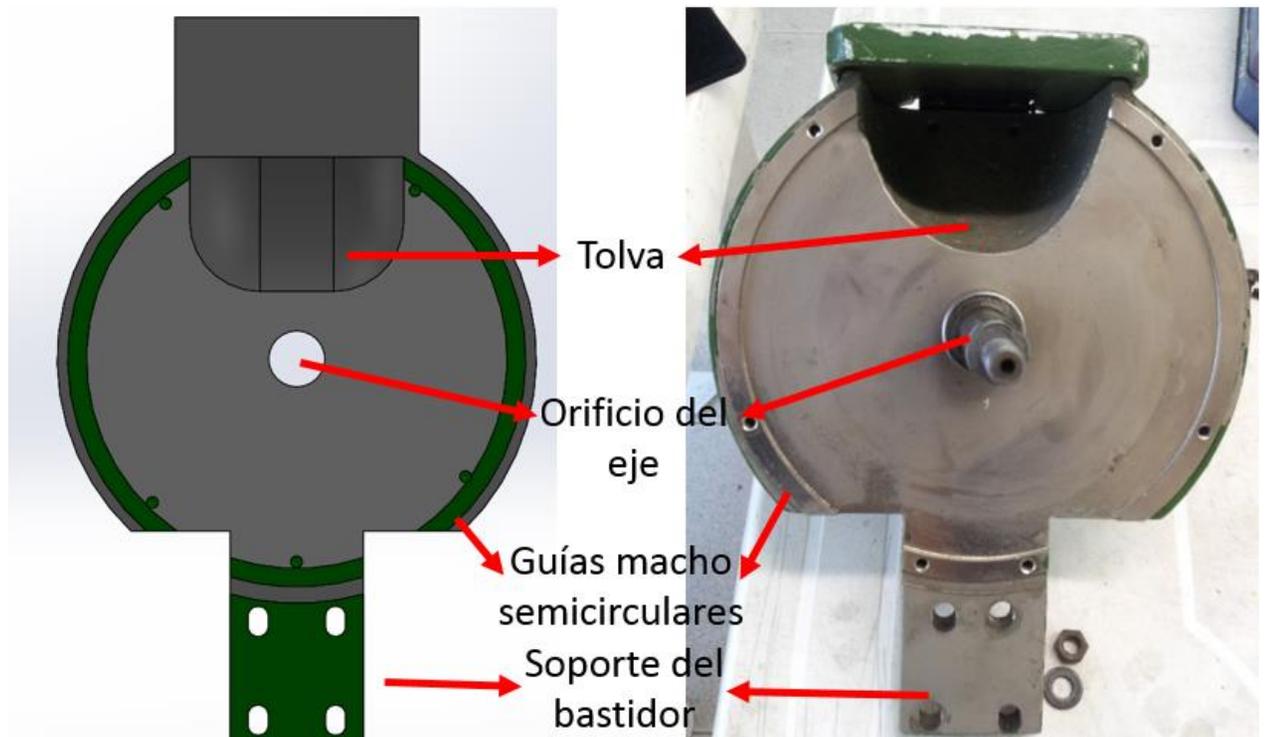
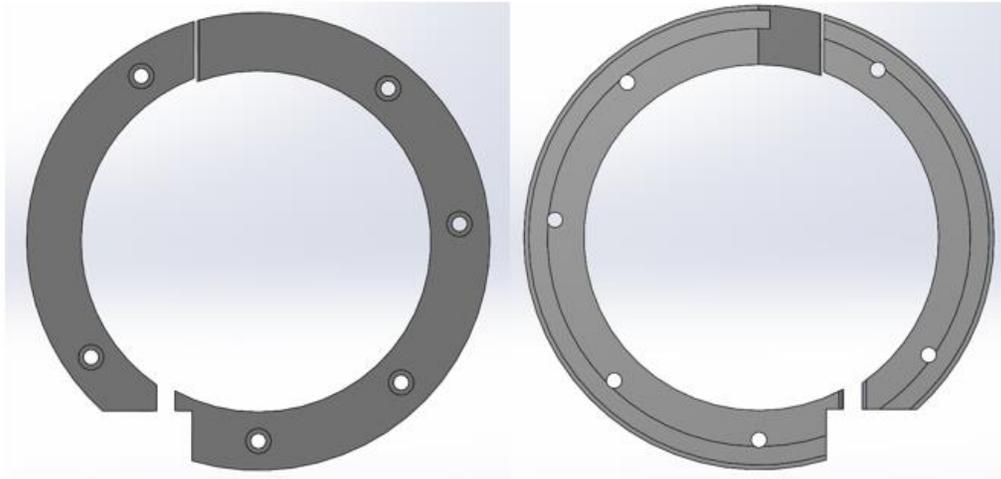


Ilustración 16 Bastidor de respaldos metálicos

### 3.2 Guías semicirculares

Las guías semicirculares son las encargadas de mantener y ordenar los respaldos metálicos antes de salir a la guía de descenso, su ensamble se hace por medio de unos canales casando con los machos de los bastidores, se realizó la modificación de las piezas con una tolerancia de 1 mm, estos anillos son fabricados en acero inoxidable 303 (AISI 303), según especificaciones del diseño, este material permite un mejor maquinado y es resistente a la corrosión.



**Ilustración 17 Guías semicircular, Diseño en Solidworks**



**Ilustración 18 Guías semicirculares, parte frontal**



**Ilustración 19 Guías semicirculares, parte posterior**

### **3.3 Eje**

La función del eje es generar un movimiento circular, necesario para hacer girar el tambor, este eje se acopla en el orificio presente en el bastidor con unos bujes para disminuir el rozamiento, presenta dos roscas en los extremos con los cuales se ajusta tanto el tambor como al bastidor, el material de los ejes es de acero AISI 1020 HR, debido a que cumple con las características necesarias según los cálculos realizados en la propuesta anterior con una resistencia a la fluencia de 30Kpsi y ser un acero comercial.



**Ilustración 20 Eje, Modificado**

### 3.4 Tambor

Su función principal es orientar y posicionar los respaldos metálicos, en él se encuentran presentes unas ranuras con un espacio entre ellos de 8.39 mm, esto está determinado por el diámetro superior del cuerpo plástico y una tolerancia que permite que las piezas caigan libremente o no se presenten bloqueos por deformaciones en los respaldos metálicos. Su función consiste en cuando se le aplica un movimiento circular por medio del eje, hace que las piezas roten en la cavidad, permitiendo solo la caída de las piezas que se encuentran ordenadas y en la posición requerida, tiene una capacidad de 480 respaldos, es de hierro fundido por sus características de disminuir y amortiguar vibraciones internas.

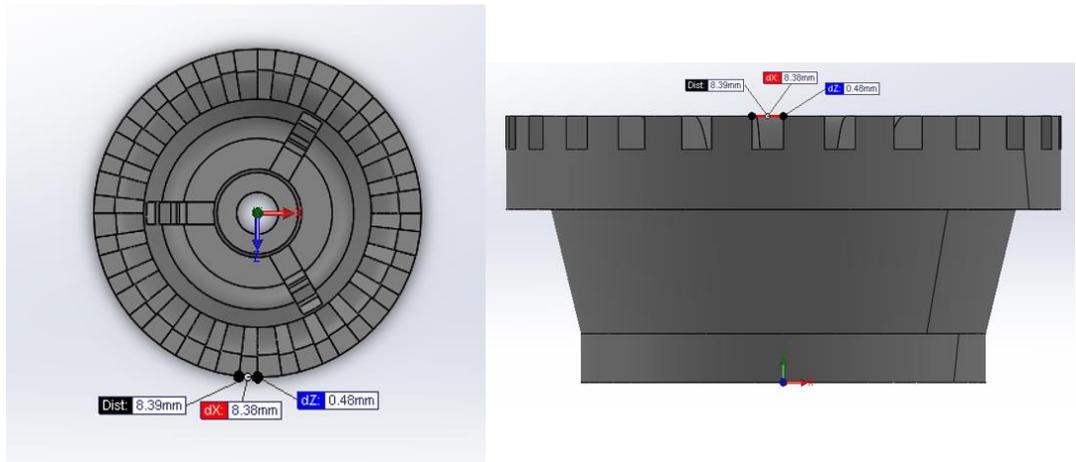


Ilustración 21 Tambor, diseño en Solidworks



Ilustración 22 Tambor modificado

## 4. DISEÑO DEL MECANISMO DE ORDENAMIENTO DE BOTONES DE ZAMAC

El motivo por el que se cambió este sistema de selección y ordenamiento fue debido a que como las piezas no son estándar, es decir no poseen las mismas dimensiones los diferentes modelos de botones.

### 4.1 Diseño del bastidor

El bastidor es el encargado de soportar el sistema de ordenamiento comprendido por el eje, una hélice encargada de la rotación de los botones y la carcasa donde se alimentan y giran los botones de zamac, este soporta el anillo seleccionador por el cual van a descender los botones y un orificio que atraviesa el bastidor donde va el eje y sus respectivos bujes.

El material de fabricación es de hierro fundido gris, el cual tiene características:

- Resistente a la compresión , frágil a la tensión
- Capacidad de amortiguar vibraciones internas

Esto hace a este material de uso común en la construcción de los bastidores, estructura de máquinas y diferentes clases de herramientas.



Ilustración 23 Bastidor de botones de ZAMAC

#### 4.2 Diseño del anillo seleccionador

El anillo es el encargado de permitir el paso de los botones de manera ordenada por medio de un orificio de unas dimensiones específicas dependiendo las dimensiones del botón, este es intercambiable, este se ensambla con el bastidor por medio de tornillos, se harán de acero inoxidable 303 (AISI 303) que permite un fácil maquinado y es resistente a la corrosión.

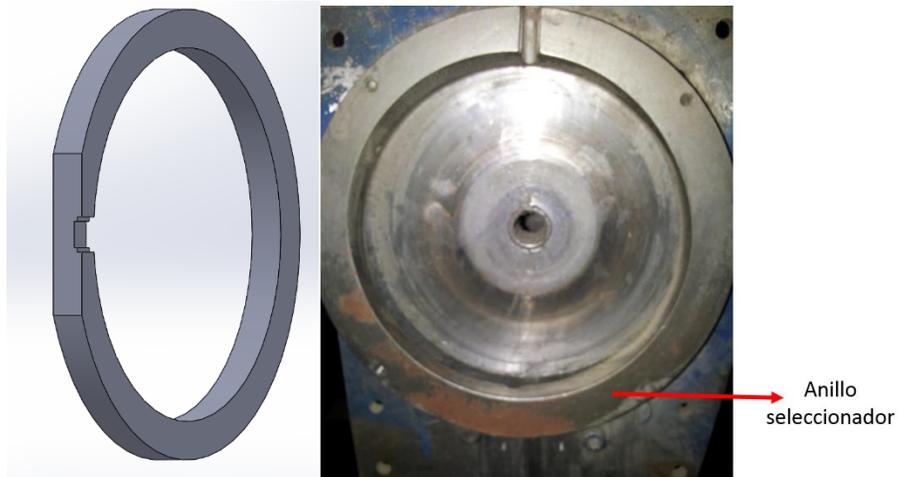


Ilustración 24 Anillos seleccionador

#### 4.3 Diseño del eje

La función principal del eje es generar un movimiento circular, esta ira acoplada a una hélice que hará el movimiento de los botones dentro de la cavidad, permitiendo el ordenamiento y su posterior descenso por la guía.

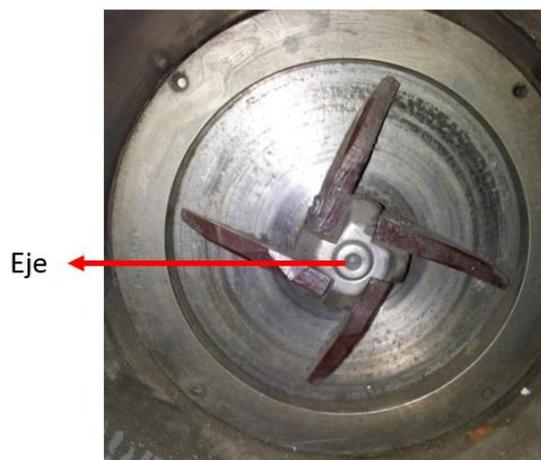


Ilustración 25 Eje

#### 4.4 Diseño de la hélice

Para el diseño de la hélice se contó con un modelo previo implementado a una maquina formadora con la finalidad de realizar un movimiento en la cavidad donde se encuentran los botones, al hacer este movimiento giratorio las piezas rotan y se tratan de ordenar y salir por el orificio de dosificación.

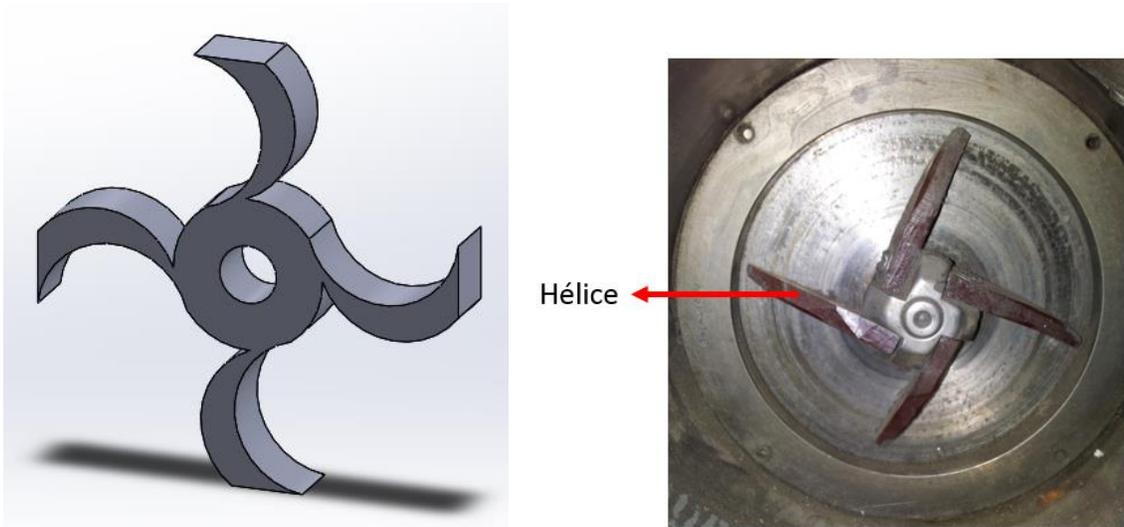


Ilustración 26 Hélice

#### 4.5 Diseño de la carcasa

Esta carcasa posee un orificio superior por el cual ingresan los botones de zamac a ordenar, este almacena las piezas mientras la hélice las mezcla para para salir por el orificio del anillo seleccionador.

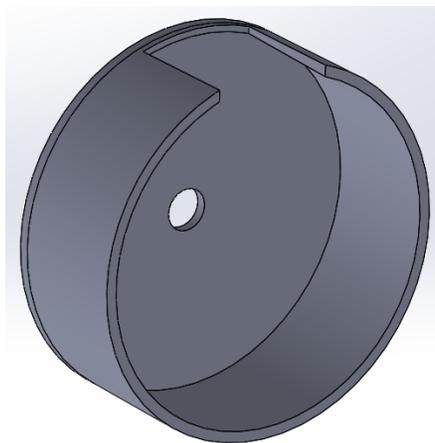
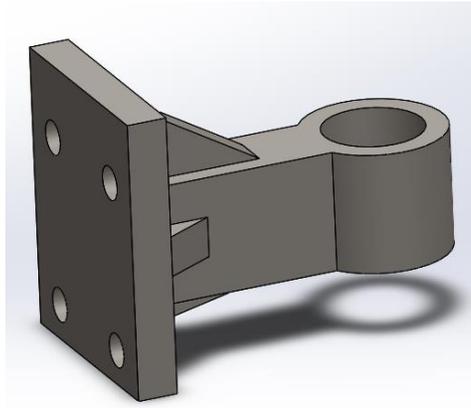


Ilustración 27 Carcasa contenedora de botones

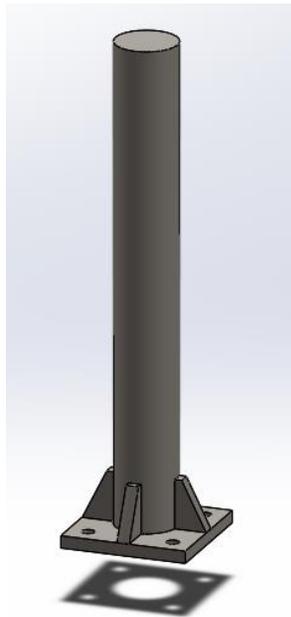
## 5 SOPORTE DE LOS MECANISMOS DE ORDENAMIENTO

Para realizar el ajuste del sistema de ordenamiento consiste en dos partes, soporte central, en él va ajustado el bastidor



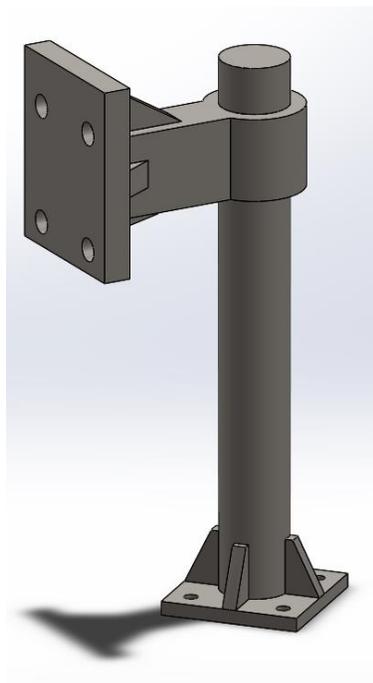
**Ilustración 28 Soporte al bastidor**

Este va en un eje que permite ajustar la altura en caso de modificación en la altura o distancias de las guías, y se ajusta por medio de cuatro tornillos la estructura superior de la mesa de la máquina.



**Ilustración 29 Eje del soporte**

Esta estructura servirá de soporte a los tres bastidores. Estos se realizaran en acero AISI 1020 HR por su alta resistencia mecánica y por su facilidad de encontrar en el mercado.



**Ilustración 30** Ensamble de soporte de mecanismos ordenadores

## 6 DISEÑO DE GUIAS

Las guías son las encargadas de llevar las diferentes piezas previamente organizadas al lugar donde serán transportadas para su posterior ensamble.

Se realizaron modificaciones con respecto al diseño propuesto anteriormente, tanto en la distancias como los ángulos de caída.

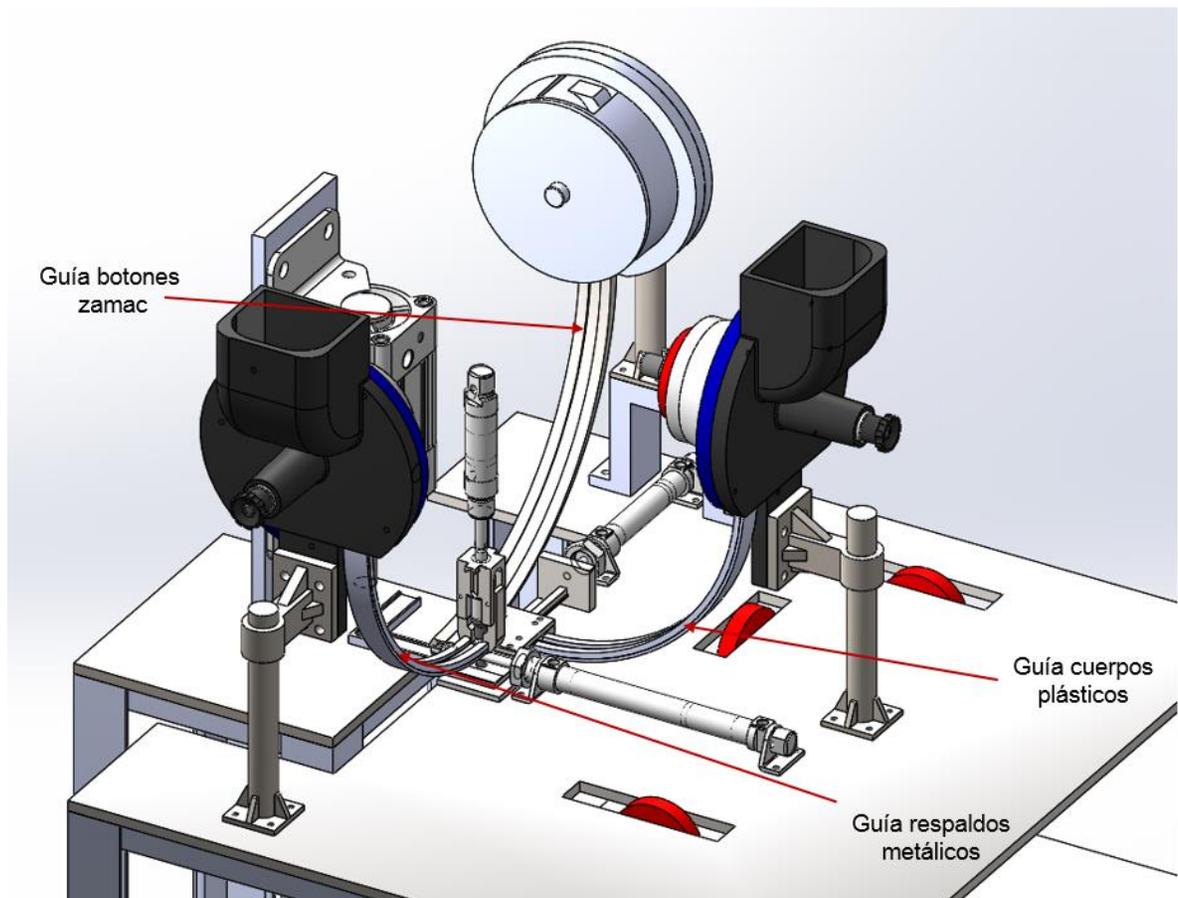


Ilustración 31 Ubicación de cilindros

### 6.1 Funcionamiento de las guías en el proceso

Después del proceso de ordenamiento en cada una de las tolvas, las guías llevan las piezas a la guía central los cuerpos plásticos, respaldos metálicos y botones de zamac, en donde se desplazaran y se harán el respectivo ensamblaje

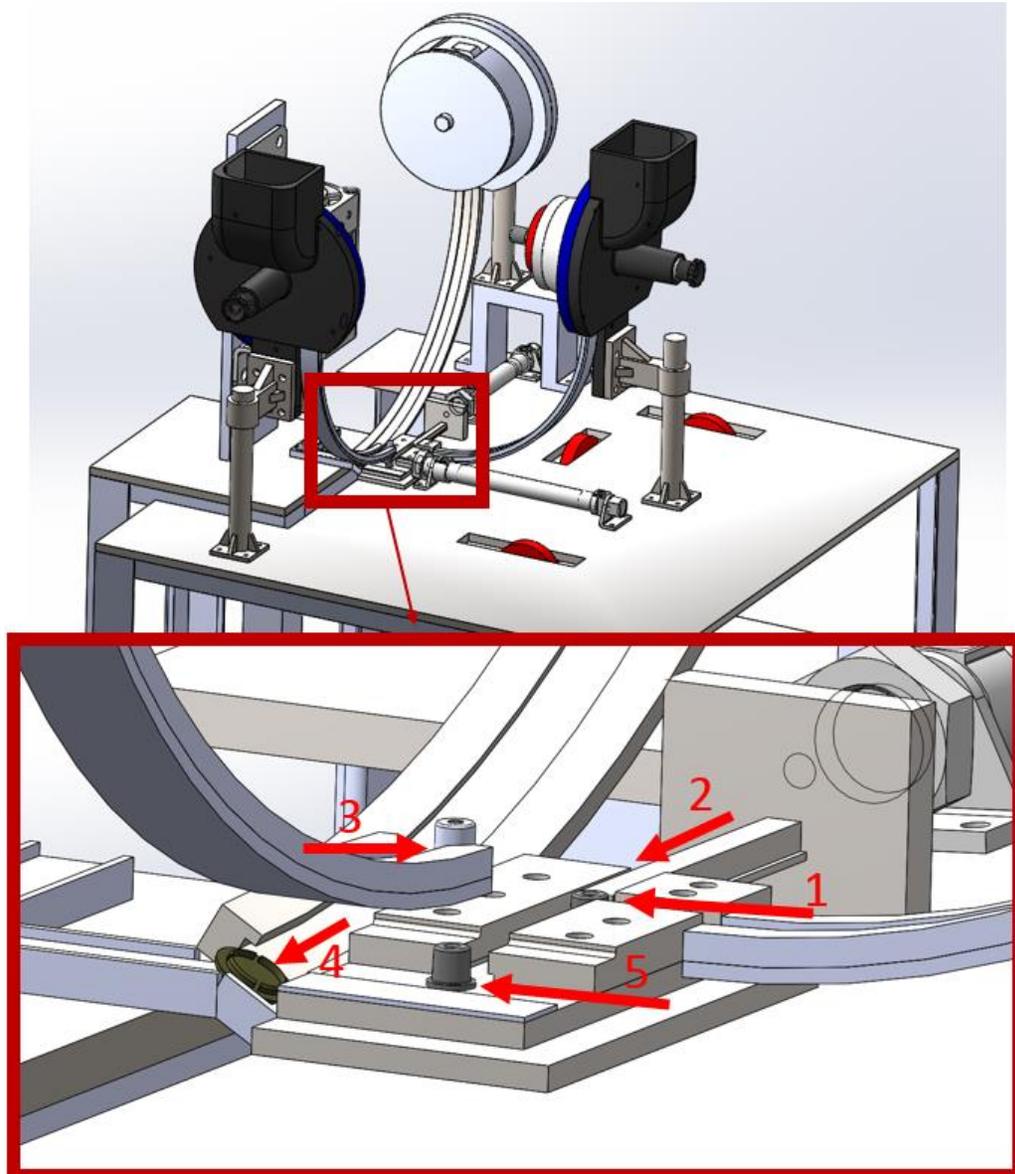
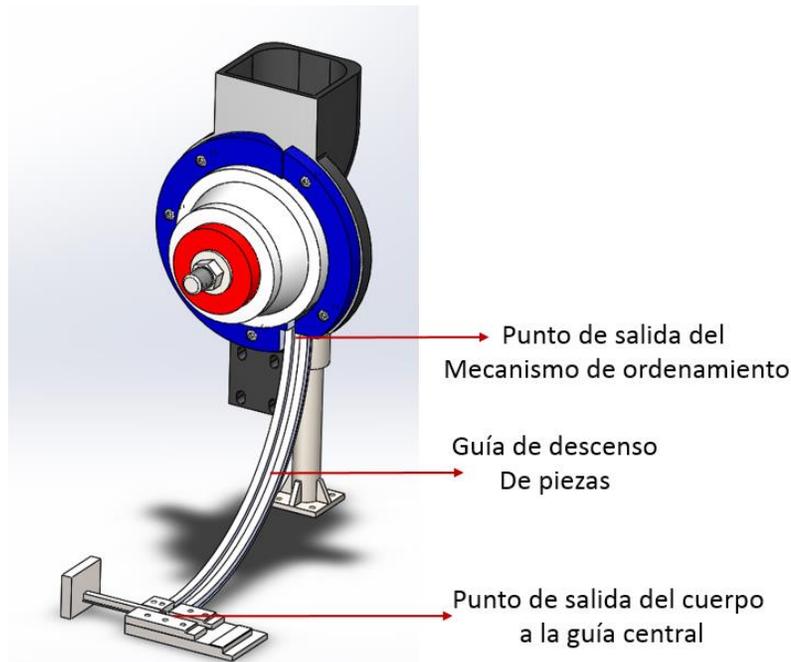


Ilustración 32 Puntos de llegada de las piezas

- 1) Desciende el cuerpo plástico por la guía hasta el punto de transporte
- 2) Sale el mecanismo de dosificación, permitiendo el paso de solo un cuerpo plástico llevándolo al punto de ensamble con el respaldo metálico.
- 3) Desciende el respaldo metálico por la guía hasta el gancho dosificador, esperando el descenso del vástago para realizar el pre ensamble
- 4) Desciende el botón de zamac por la guía que presenta una leve inclinación para hacer más fácil la unión del pre ensamble con el cuerpo.
- 5) Sale el mecanismo de transporte del pre ensamble y transporta por la guía hasta el punto de prensado, durante el trayecto hace la unión total del botón.

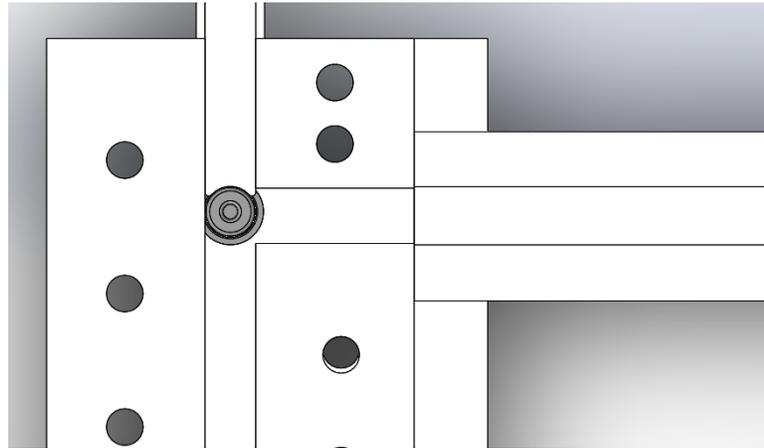
### 6.2 Diseño para la guía de cuerpos plásticos

La guía plástica es la que permite el descenso de los cuerpos desde el mecanismo de ordenamiento hasta el punto de salida del mecanismo de transporte ubicado en la guía central. Su material de construcción será de acero inoxidable 304 por ser resistente a la corrosión y su rozamiento con las piezas no limita el movimiento.



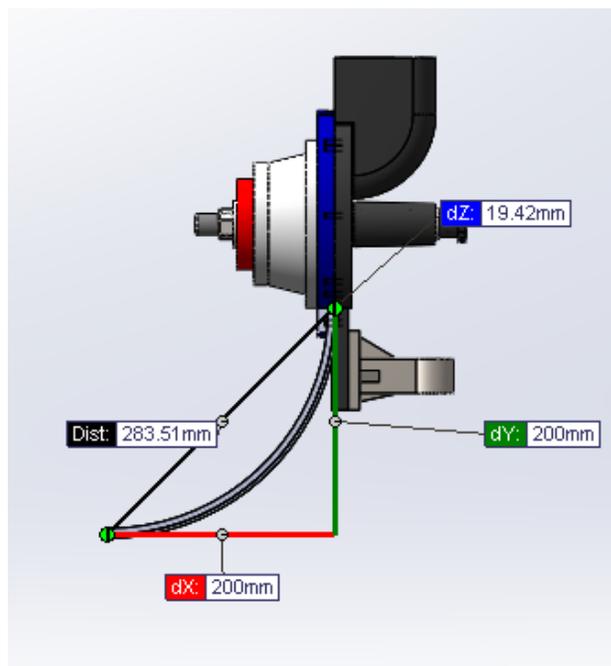
**Ilustración 33 Guía de descensos de cuerpos plásticos**

Los parámetros que se tuvieron para el diseño fueron el diámetro del cuerpo plástico (base y parte superior) con sus respectivas tolerancias para que permitan un fácil deslizamiento.

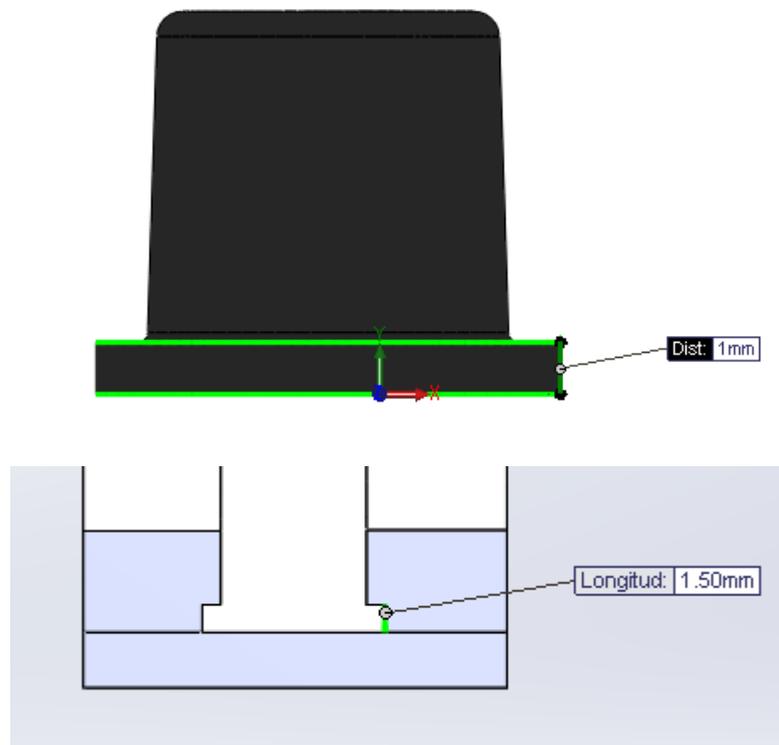


**Ilustración 34 Punto de llegada del cuerpo plástico**

Otro aspecto a tener en cuenta fue la altura de las pestañas presentes en la base del cuerpo plástico tanto para la altura del carril como en la dimensión total de la guía.



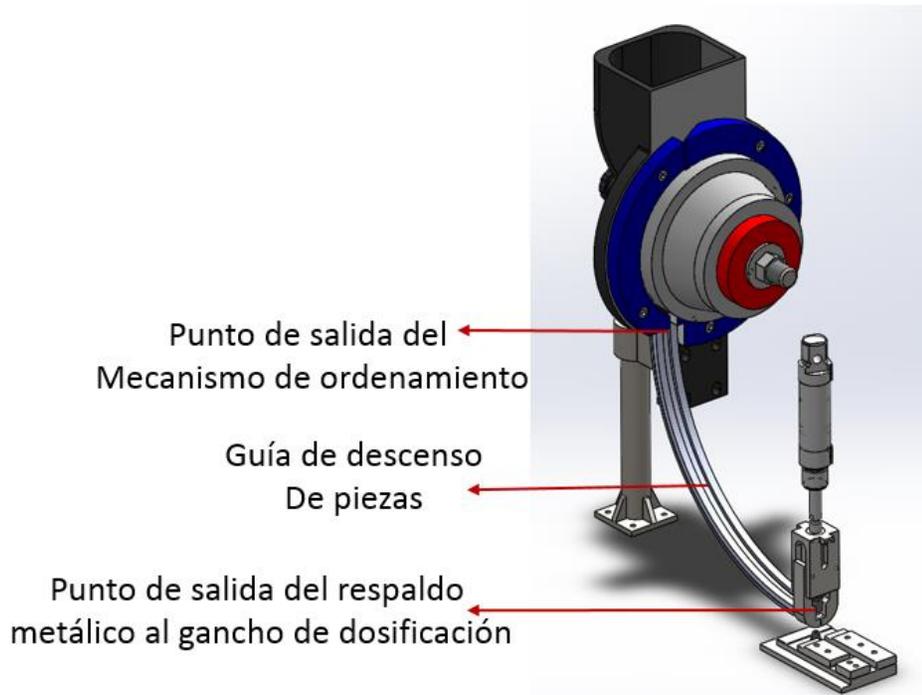
**Ilustración 35 Dimensiones de la guía**



**Ilustración 36 Dimensiones de cuerpos plasticos**

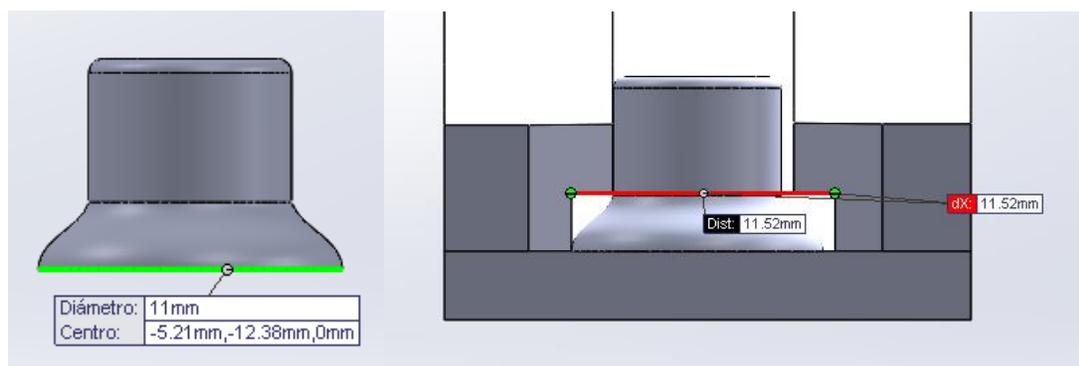
### 6.3 Diseño de la guía para respaldos metálicos

La guía de respaldos metálicos es la que permite el descenso de las piezas desde el mecanismo de ordenamiento hasta el punto de entrada del mecanismo de dosificación (gancho).



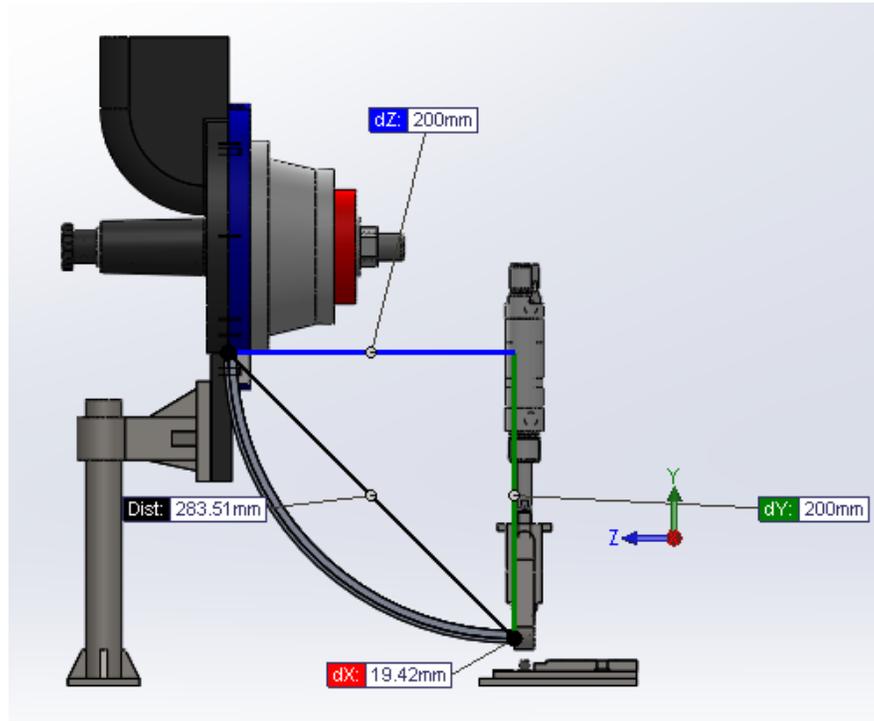
**Ilustración 37 Guía de descenso piezas metálicas**

Los parámetros que se tuvieron para el diseño fueron el diámetro del respaldo metálico (base y parte superior) con sus respectivas tolerancias para que permitan un fácil deslizamiento a través de la guía.

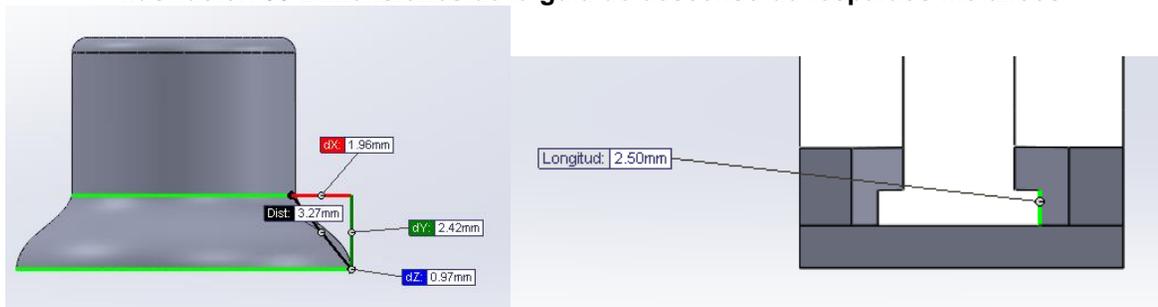


**Ilustración 38 Dimensiones de descenso de la guía**

Otro aspecto a tener en cuenta fue la altura de las pestañas presentes en la base del cuerpo plástico tanto para la altura del carril como en la dimensión total de la guía.



**Ilustración 39 Dimensiones de la guía de descenso de respaldos metálicos**



**Ilustración 40 Altura de la cara lateral para el descenso de las piezas**

#### 6.4 Diseño de la guía para las piezas de zamac

La guía de botones de zamac es la que permite el descenso de los cuerpos desde el mecanismo de ordenamiento hasta el punto de salida a la trampa de unión con las piezas pres ensamblados (cuerpo plástico-respaldo metálico)

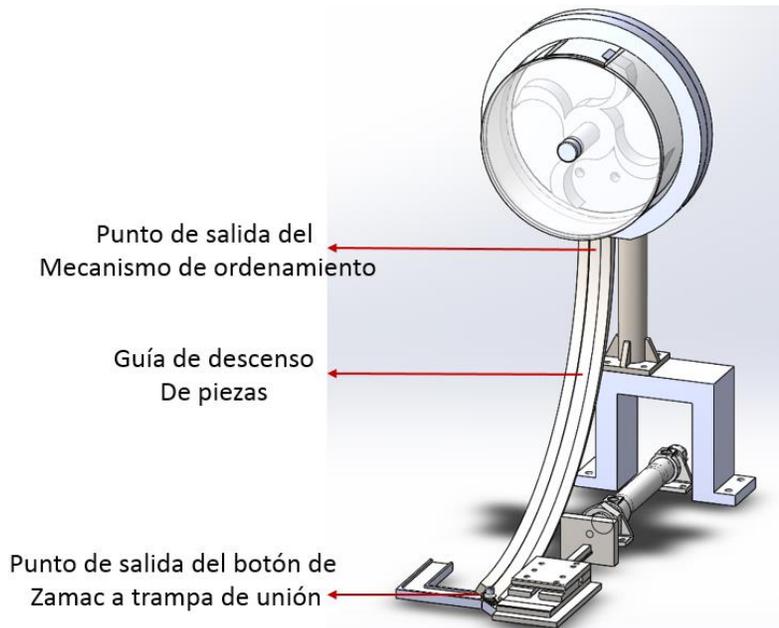


Ilustración 41 Guía de descenso de botones de zamac

Los parámetros que se tuvieron para el diseño fueron el diámetro del botón zamac (base y parte superior) con sus respectivas tolerancias para que permitan un fácil deslizamiento a través de la guía.

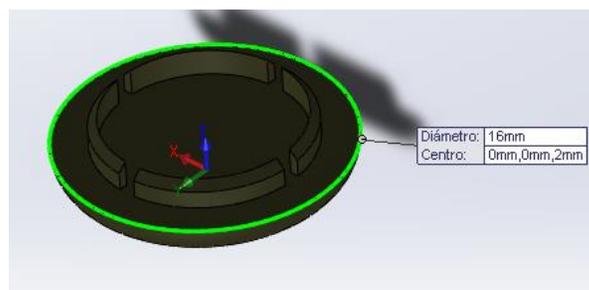
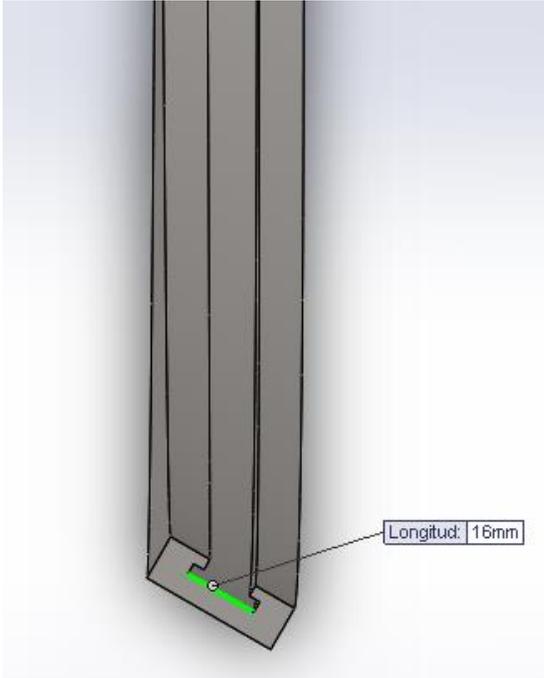
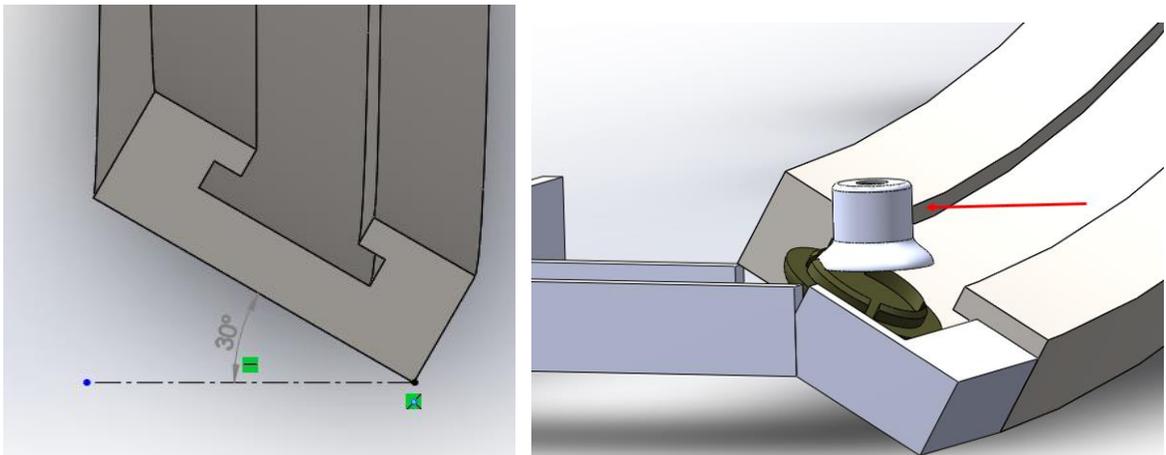


Ilustración 42 Diámetro del botón de zamac



**Ilustración 43 Guía de botones de zamac**

Otro aspecto a tener en cuenta fue la altura de las pestañas presentes en la base del botón de zamac tanto para la altura del carril como en la dimensión total de la guía, un aspecto importante es el ángulo de inclinación que presenta, su función es la de hacer más sencillo la unión, al ser las partes del botón de forma circular que a la hora del transporte del pre ensamblado las partes quedan concéntricas y se realiza su unión.



**Ilustración 44 Ángulo necesario de descenso para la guía de piezas de zamac**

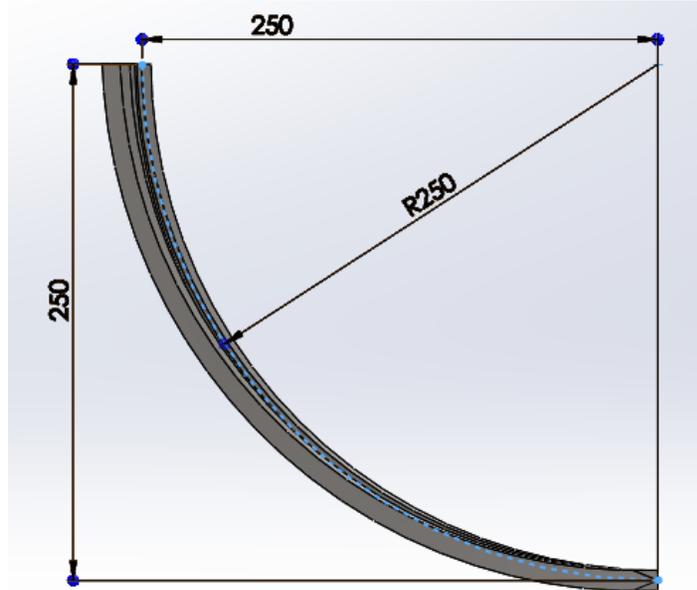


Ilustración 45 Dimensiones de la guía de botones de zamac

## 7 DISEÑO DE LA GUIA CENTRAL

La guía central permite transportar los componentes que hacen parte del botón, desde el punto de inicio (descenso del cuerpo plástico) hasta la parte final (el prensado para el cierre de las pestañas del botón)

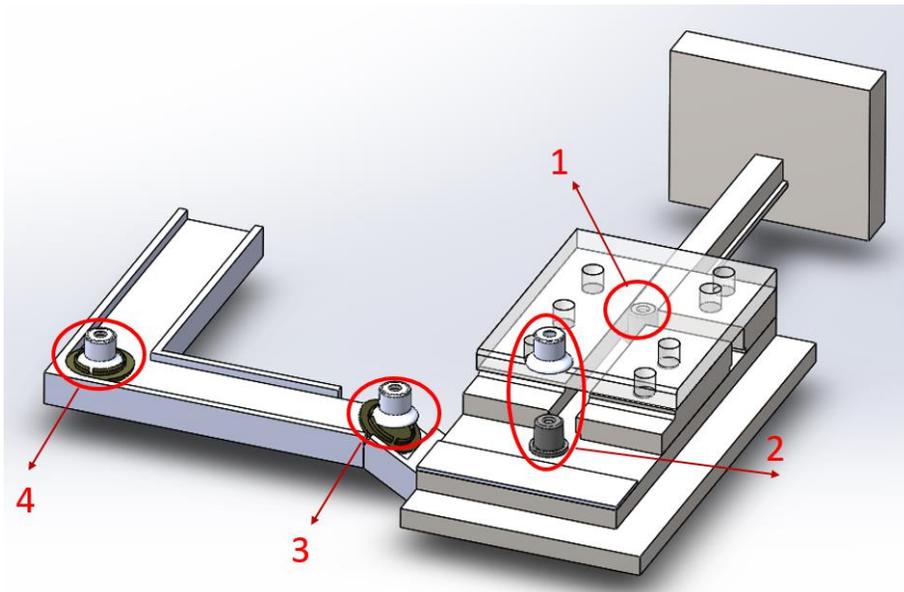
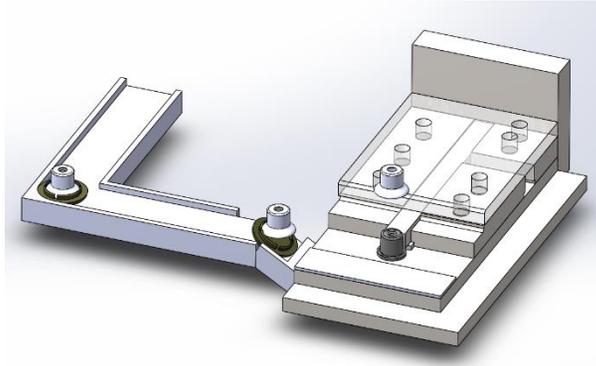


Ilustración 46 Guía central

- 1) Llega el cuerpo plástico por medio de la guía de descenso del mecanismo de ordenamiento. Sale el mecanismo de dosificación llevando el cuerpo de plástico a la parte dos de la guía.



**Ilustración 47 Guía central**

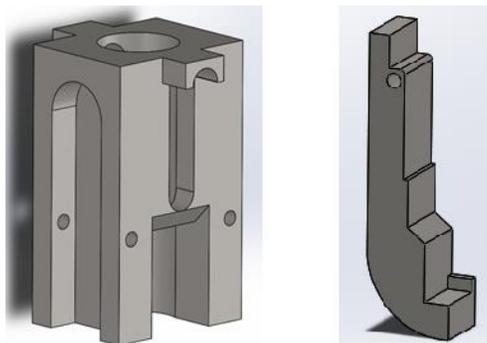
- 2) En la parte dos de la guía central es donde se realiza el ensamble del cuerpo plástico y el respaldo metálico.
- 3) Por medio de una pinza acoplada al vástago del cilindro recoge la pieza pre ensamblada, lo lleva hasta el punto donde desciende el botón de zamac con una inclinación de 30 grados y se realiza la unión para llegar hasta el punto 4.
- 4) En la parte 4 llega la unión de las piezas y se realiza el prensado para el cierre de las pestañas para después por una corriente de aire sacar el botón.

La guía central se realizara en acero 1045 por su mayor resistencia al rozamiento y se le puede hacer un mecanizado para disminuir la aspereza de la superficie disminuyendo su resistencia al movimiento de las diferentes partes del botón.

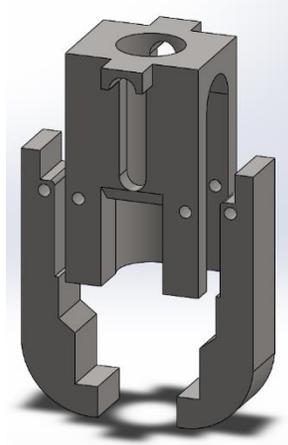
## 8 DISEÑO DE GANCHO DOSIFICADOR DE RESPALDOS METALICOS

Se implementó este diseño de este mecanismo debido a que se necesita cierta precisión para el pre ensamble del cuerpo plástico y del respaldo metálico.

Tiene una estructura que posee un par de ranuras para hacer la unión con las articulaciones.

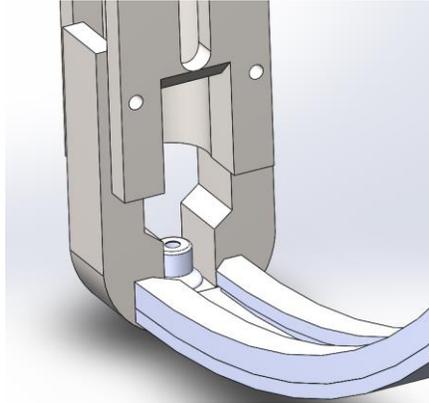


**Ilustración 48 Partes de la estructura del gancho dosificador**



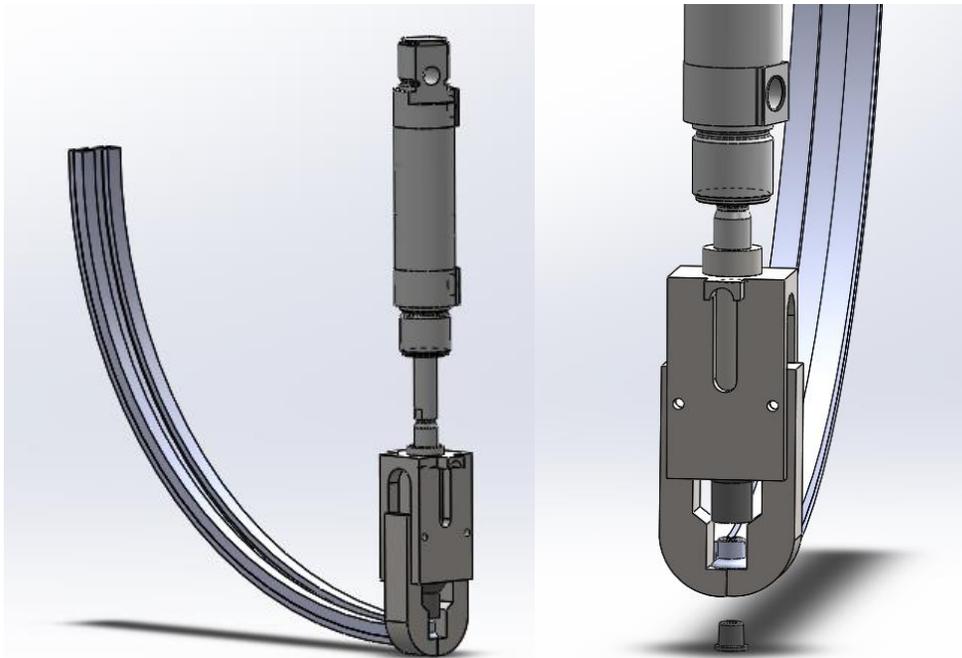
**Ilustración 49 Ensamble de gancho dosificador**

Estas articulaciones tienen una cavidad donde se aloja un respaldo metálico.

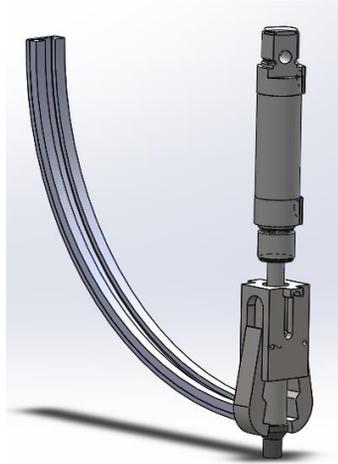


**Ilustración 50 Cuerpo metálico listo para el descenso**

A su vez tiene un orificio que atraviesa el cuerpo permitiendo el acople con un cilindro neumático que permite la salida del vástago haciendo que las articulaciones se abran y dejando caer una sola pieza en la posición y orientación adecuada, el vástago ejerce una fuerza sobre la parte superior del respaldo metálico realizando la unión con el cuerpo plástico.



**Ilustración 51 Respaldo metálico en el dosificador**



**Ilustración 52 Ensamble del cuerpo plástico y respaldo metálico**



**Ilustración 53 Mecanismo modificado**

## 9 DISEÑO DE LA ESTRUCTURA PRINCIPAL DE LA MAQUINA

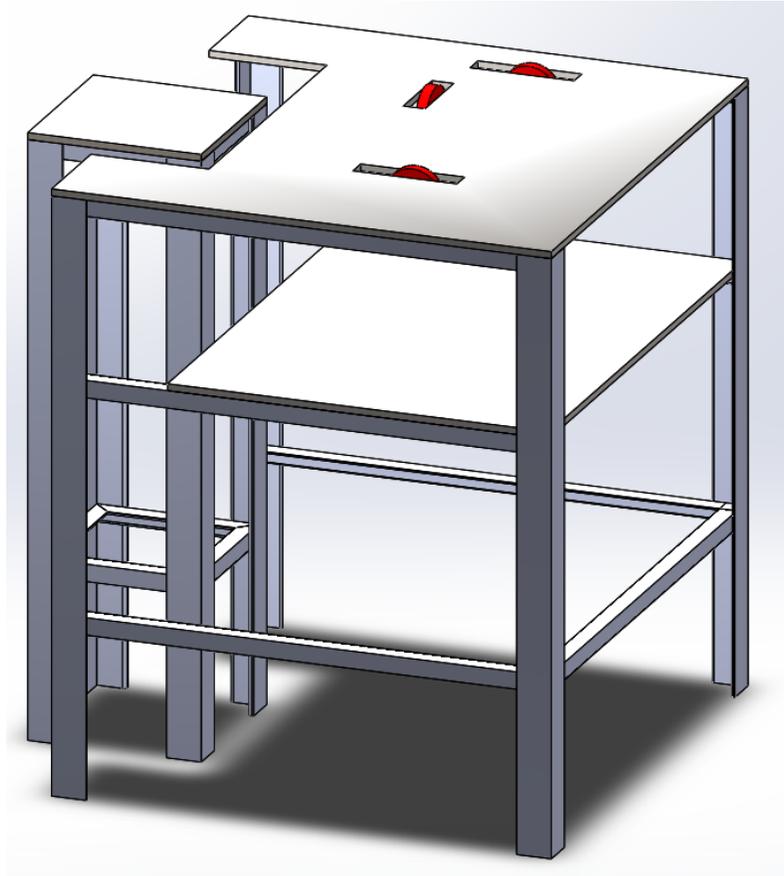
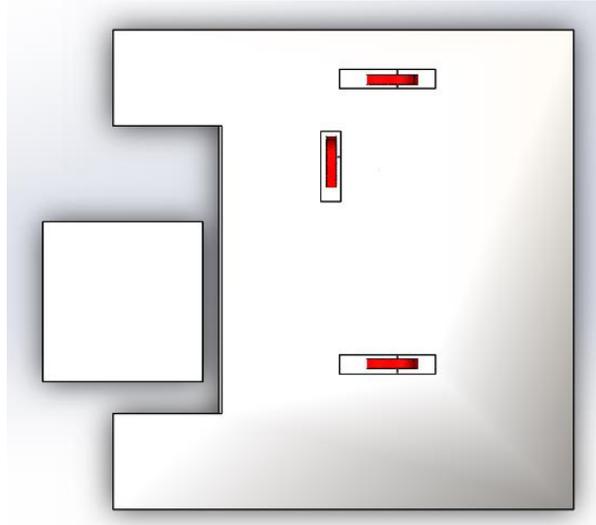


Ilustración 54 Estructura de la maquina

### 9.1 Estructura principal de la maquina

La estructura principal de la maquina está constituida por los elementos que soporta los diferentes mecanismos y equipos del sistema, debe tener la capacidad de cargar con el peso de estos componentes.

Está conformado por dos partes, la estructura de pre ensamble y la estructura de cierre, esto se realizó para evitar problemas de vibraciones en la etapa de prensado en el resto de la máquina que podría ocasionar el desacomodamiento de las piezas.

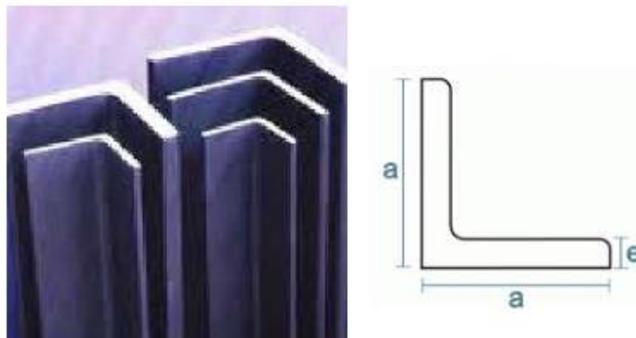


**Ilustración 55** Parte superior de la estructura de la maquina

### **9.2 Etapas del diseño de la estructura**

Para la etapa de diseño de la estructura de la maquina se dividió en secciones, para poder simplificar el diseño, se usaron diferentes elementos comunes en la construcción de estos, como son la estructuras en ángulo y placas donde irán los equipos.

Para la parte que van a soportar el peso de todos los componentes, se necesita de una estructura robusta, por esta razón se optó por seleccionar marco de ángulos de dimensiones de 2in x 3/16 in



**Ilustración 56** Ángulos en L para la construcción de la maquina

Para soportar los mecanismos de ordenamiento, guías y cilindros neumáticos se agregaron dos placas de acero 1045 de calibre 12.7 mm (1/2 in).

## 10 DISEÑO DEL SISTEMA NEUMATICO

### 10.1 Sistema de movimiento de la maquina

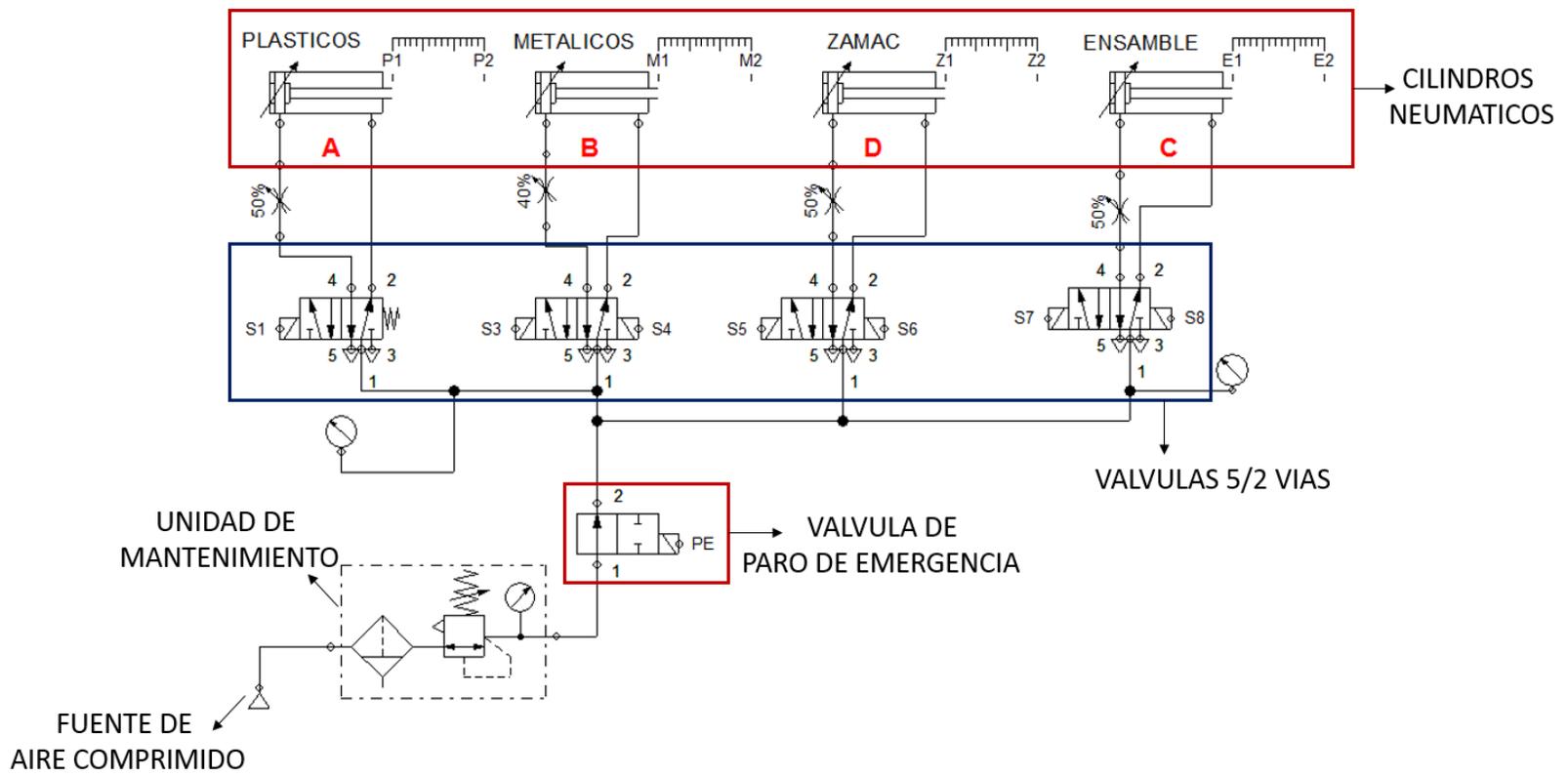
Para el transporte de las piezas en el proceso se seleccionó el sistema neumático, estos cilindros emplean aire comprimido como modo de transmisión de energía para hacer funcionar mecanismos. Debido a que no requieren mayor fuerza en la mayoría del sistema, su principal característica fue la distancia de recorrido de los vástagos.

Las principales ventajas de este sistema es que se puede encontrar disponible en cualquier parte y transportado inclusive a largas distancias, además es relativamente insensible a fluctuaciones en la temperatura asegurando el buen funcionamiento en condiciones extremas, posee una respuesta rápida y pueden ser regulados mejorando los tiempos de trabajo, no presenta riesgo de explosiones, el aire que pueda salir por alguna fuga del sistema no causa contaminación, su construcción es sencilla permitiendo bajar costos de la máquina.

La máquina ensambladoras está comprendido por equipos por equipos neumáticos como cilindros y válvulas y controladores de posición de los vástagos en este caso sensores. Se contaran con tres cilindros neumáticos encargados del transporte de las diferentes piezas del botón, y uno para el cierre del botón de jean, en la siguiente tabla se presentan los equipos a usar y el esquema del sistema.

**Tabla 3 Componentes de la maquina**

Componente	Cantidad	Función
Cilindros neumáticos	4	Es el encargado de transportar las diferentes piezas, para el ensamble
Válvula 5/2 vías monoestable	4	Controlan el avance y retroceso del cilindro
Válvula 2/2	1	Controla el suministro de aire en caso de emergencia
Sensor detector de proximidad	8	Indican indirectamente la posición del vástago.
Unidad de mantenimiento	1	Regula e indica la presión y la humedad en el sistema.
Fuente de aire comprimido	1	Un compresor de aire ya suministrado por la empresa.
Válvula de escape rápido	1	Permite que los cilindros A tengan un retorno rápido
Válvula reguladora anti retorno	4	Permite regular la velocidad de salida de los cilindros.



**Ilustración 57 Componentes del sistema neumático de la máquina**

## 10.2 Componentes del sistema

Para un correcto ensamblaje de las piezas que hacen parte del botón de jean, se cambió la configuración de la máquina, con el objetivo de conseguir cilindros más asequibles en el mercado a comparación de los que se estaban haciendo uso en el diseño anterior.

En el diseño anterior se usaban 5 cilindros, tres para el recorrido por las guías y dos más para la dosificación del respaldo metálico, se optó por cambiar los dos cilindros de dosificación, ya que no garantizaban un correcto ensamblaje de las diferentes partes del botón, de los demás cilindros se redistribuyeron los ordenadores de las piezas (Cuerpo plástico, respaldo metálico y botón de zamac), con el motivo de disminuir el recorrido de los vástagos

En la siguiente tabla se compararon los cilindros usados en el anterior diseño con los del actual y su operación en la máquina.

Cilindro	Operación	X=Recorrido (mm)
		Ø= Diámetro (mm)
		Diseño Actual
A	Es el encargado de desplazar los cuerpos plásticos al lugar de ensamblaje con el respaldo metálico.	X= 80 mm Ø= 20 mm
B	Realiza el ensamble de las piezas plásticas con el respaldo metálico.	X= 25 mm Ø= 25 mm
C	Es el encargado de hacer el prensado de la pieza de zamac con el ensamble de los respaldos anteriormente mencionados	X= 50 mm Ø= 80 mm

D	Realiza el traslado y el ensamble de la pieza de zamac con los respaldos hasta el punto de prensado	$X = 150 \text{ mm}$ $\varnothing = 20 \text{ mm}$
---	---	---

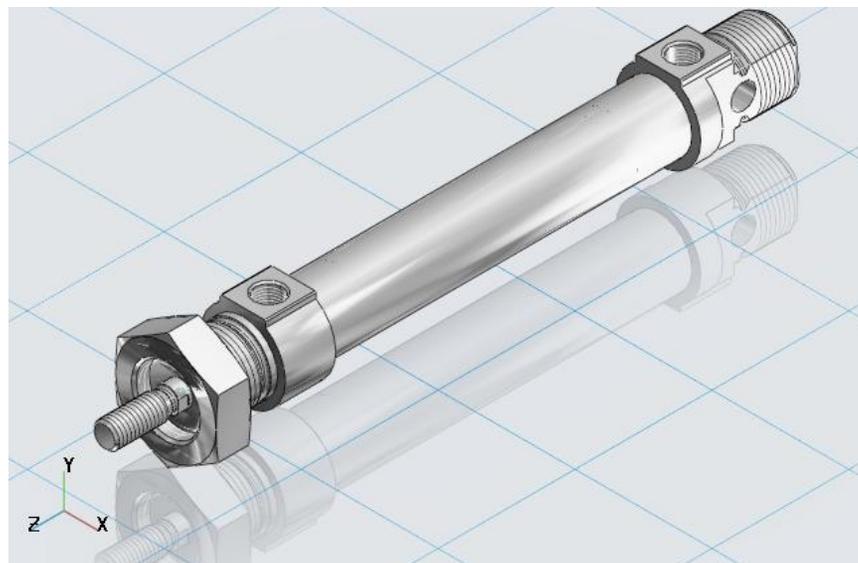
**Tabla 4 Cilindros Seleccionados**

### **10.3 Componentes seleccionados para el sistema neumático**

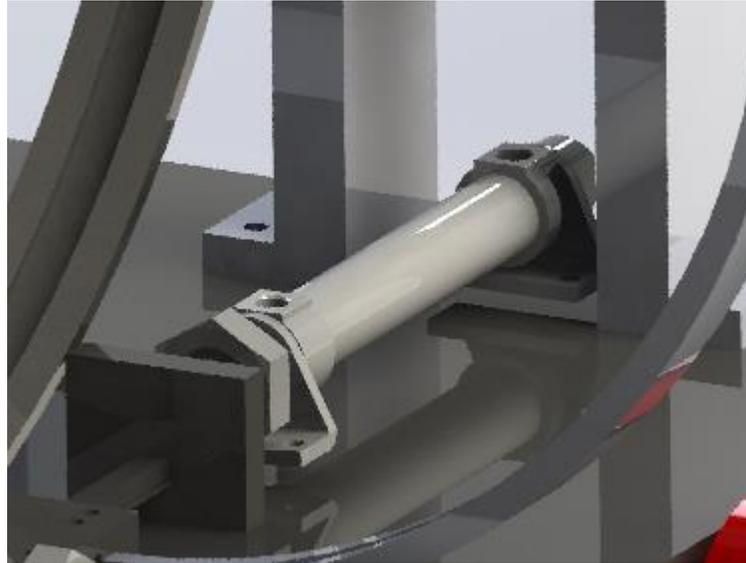
Los elementos elegidos para la implementación del prototipo según la necesidades del proceso, la marca sugerida por parte de la empresa es FESTO debido a que uno de sus proveedores en cuanto a la parte neumática se refiere, además por ser una marca reconocida y que maneja equipos con altos estándares de calidad.

#### **10.3.1 Cilindro de desplazamiento del cuerpo plástico**

Para su selección, el factor determinante para su selección es el desplazamiento del vástago, 80 mm del punto de detección hasta el punto de ensamble con el respaldo metálico, no se tuvo en cuenta la fuerza de avance debido a que la masa a desplazar es de 0,2 g, es el encargado de dosificar y transportar la pieza al punto de ensamble con el respaldo.



**Ilustración 58 Cilindro Seleccionado: diámetro 20 carrera 80 mm DSNU- 20- 80PPV-A**



**Ilustración 59 Ubicación del cilindro en el ensamble**

### **10.3.2 Cilindro de ensamble (Cuerpo plástico y Respaldo metálico)**

Para la selección de este cilindro, los factores a tener en cuenta son la estructura y el diámetro del vástago que va a efectuar la dosificación como la fuerza para el ensamble.

Se tiene como base la presión de servicio 8bar y la fuerza necesaria para dejar caer la pieza del gancho y realizar la unión es de 16kgf

$$Fuerza = 16 \text{ kgf}$$

$$Presión = 4 \text{ bar} \Rightarrow 4.08 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Para hallar el valor de diámetro para poder realizar la operación viene dada

$$1) \text{ Fuerza} = \text{presion} \times \text{area}$$

$$2) \text{ Area} = \pi \times \text{radio}^2$$

Reemplazando 2 en 1

$$1) \text{ Fuerza} = \text{presion} \times \pi \times \text{radio}^2$$

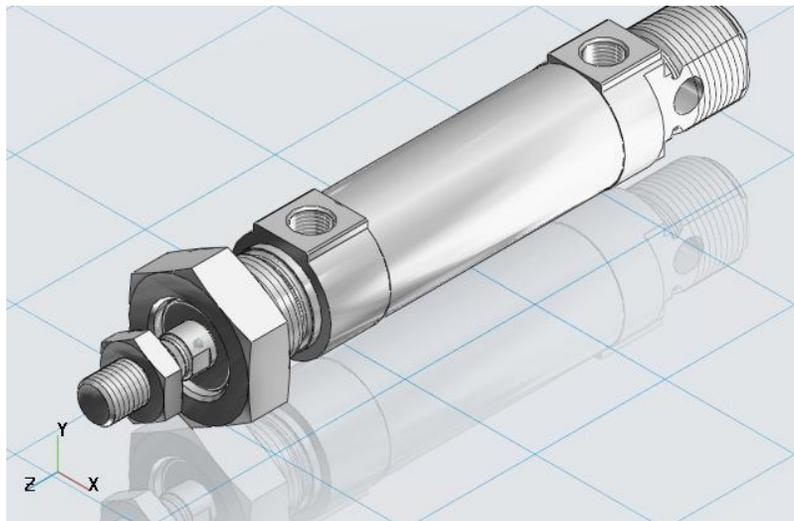
Despejando la variable que se quiere hallar

$$radio = \sqrt{\frac{Fuerza}{Presion * \pi}}$$

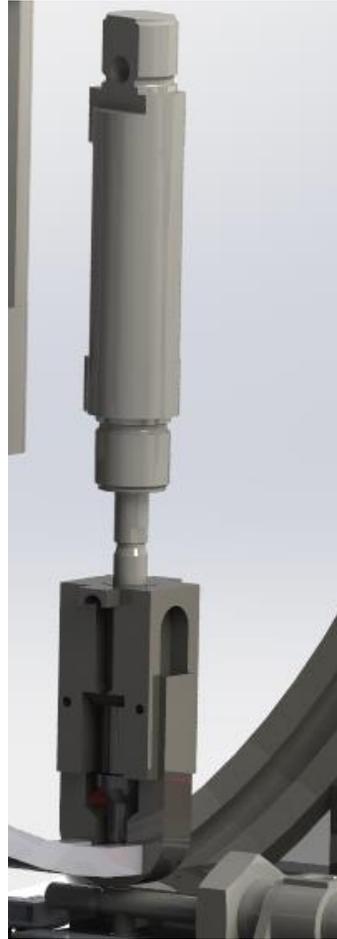
$$radio = \sqrt{\frac{16kgf}{4.08 \frac{kgf}{cm^2} * \pi}} = 1.1172 \text{ cm}$$

Con este valor podemos hacer la selección de nuestro cilindro

$$Diametro = 2 \times radio = 1.1172 * 2 = 2.2345 \text{ cm}$$



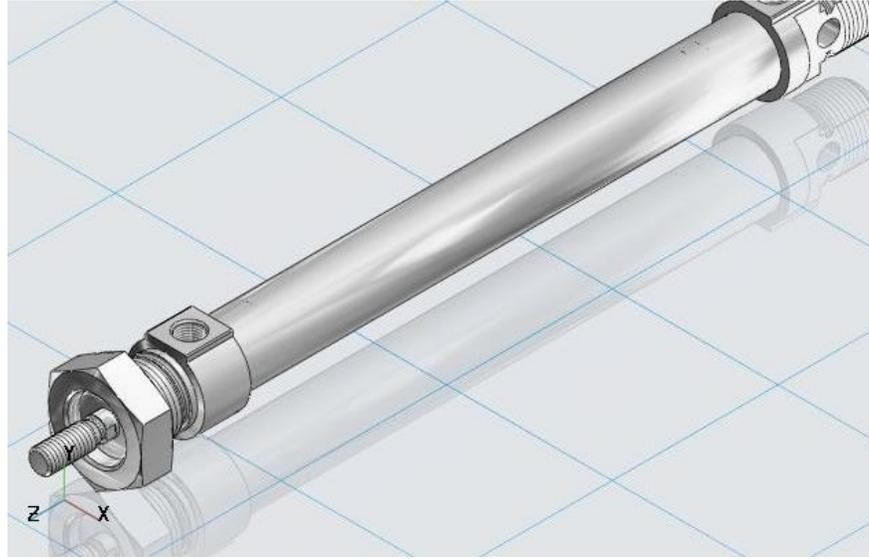
**Ilustración 60 Cilindro Seleccionado: diámetro 25 carrera 25 mm DSNU-25-25-PPV-A**



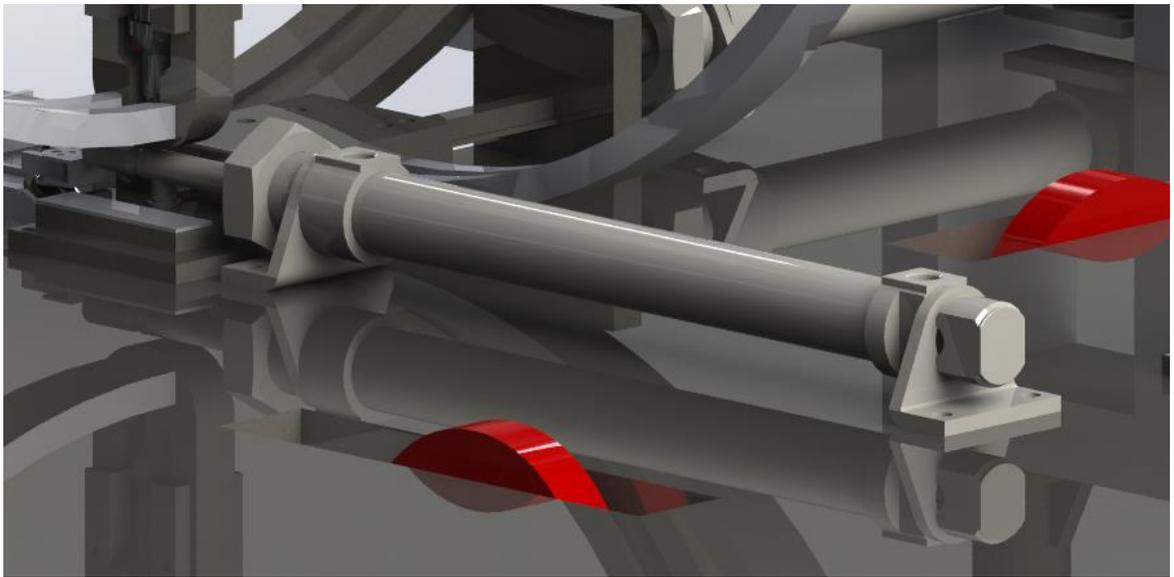
**Ilustración 61 Posición del cilindro de ensamble en el diseño**

### ***10.3.3 Cilindro de ensamble (Zamac y Respaldos ensamblados)***

Se seleccionó tomando como factor determinante el desplazamiento necesario para realizar el ensamble de las piezas hasta llevarlas al punto del prensado, esta carrera es de 160mm.



**Ilustración 62 Cilindro Seleccionado: diámetro 20 carrera 160 DSNU- 25- 160PPV-A**



**Ilustración 63 Ubicación del cilindro en el ensamble**

### 10.3.4 Cilindro de prensado (Zamac y Respaldos ensamblados)

Para la selección se requiere de un desplazamiento de 50 mm, para el prensado se requiere una fuerza de 2494.488 para realizar la unión permanente del respaldo con el botón, este valor se halló por medio de un cilindro existente utilizado para hacer esta operación.

Para hallar el valor de la fuerza para poder realizar la operación viene dada por

$$1) \text{ Fuerza} = \text{presion} \times \text{area}$$

$$2) \text{ Area} = \pi \times \text{radio}^2$$

Reemplazando 2 en 1

$$1) \text{ Fuerza} = \text{presion} \times \pi \times \text{radio}^2$$

Conociendo la referencia MICRO VDMA 24562 por medio del Datasheet se halló el valor del diámetro del cilindro.

Diámetro = 63mm



Ilustración 64 Cilindro de prensado

$$\text{Fuerza} = \text{presion} \times \text{area}$$

$$2) \text{ Area} = \pi \times \text{radio}^2$$

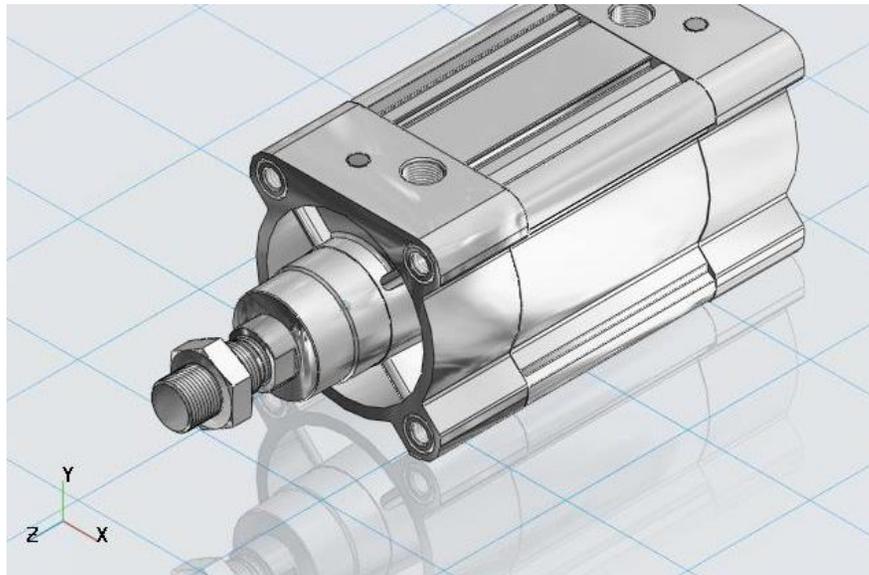
Reemplazando 2 en 1

$$1) \text{ Fuerza} = 8.16 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \times \pi \times (3.15 \text{ cm})^2 = 254.3672 \text{ kgf} = 2494.49 \text{ N}$$

Por lo tanto se eligió un cilindro que trabaje con una presión menor y realice una mayor fuerza por tal razón se eligió con un diámetro de 80mm

Fuerza teórica con 6 bar, avance= 2721N...3016N (Datasheet)

Fuerza teórica con 6 bar, retroceso = 2721N (Datasheet)



**Ilustración 65 Cilindro seleccionado: diámetro 80 carrera 50 DSNU- 20- 80PPV-A**



**Ilustración 66 Ubicación del cilindro en el ensamble**

### ***10.3.5 Sensores de posición de cilindro***

Estos sensores se encargan de detectar la posición en la que se encuentra el vástago, con el fin de realizar la lógica secuencial.

Criterio de selección: Detectar campo magnético de los imanes permanentes integrados en el embolo del cilindro, la referencia seleccionada es SME-8M-DS-24V-K-2,5-OE



**Ilustración 67 Sensor detector de proximidad**

### **10.3.6 Unidad de mantenimiento**

Criterio de selección:

- Preparación fiable de aire comprimido para entornos críticos.
- Presión de aire sea constante.
- 800 kPa (8bar) en la sección de operación.

300 a 400 kPa (3 a 4bar) en la sección de mando.

- Capas de retener partículas a 40  $\mu\text{m}$  y 5  $\mu\text{m}$ .
- Al filtrar el aire comprimido también se obtiene agua que se acumula en calidad de condensado que hay que purgar regularmente.
- Las partes móviles de válvulas o actuadores requieren lubricación.

La referencia seleccionada es FRC-1/4-D-MINI



**Ilustración 68 Unidad de mantenimiento**

## 11 SELECCIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE LA MAQUINA

Después de haber realizado el diseño de los mecanismos de dosificación, ordenamiento y transporte, se requiere de un sistema que integre estas funciones, el sistema de control es el encargado de que funcione de manera autónoma, permitiendo indicar y controlar los diferentes pasos en el proceso de ensamble, para esto el método más adecuado es por medio de un controlador lógico programable (PLC), está conformado por un procesador, un programador y los puertos de entradas y salida.

### 11.1 Requerimientos del sistema

El dispositivo diseñado para el ensamblaje de los botones contara con la siguiente instrumentación, actuadores, y botones de encendido y apagado y paro de emergencia

#### Entradas

- ✓ 8 – Sensores finales de carrera del tipo inductivo para detectar la posición de los vástagos.
  
- ✓ 1 – Sensor capacitivo o fotoeléctrico para la detección del cuerpo plástico
  
- ✓ 1 – Sensor capacitivo o fotoeléctrico para la detección de los respaldos metálicos
  
- ✓ 1 – Sensor inductivo para la detección de las piezas de zamac
  
- ✓ 2 – Interruptores para el encendido de la máquina y paro de emergencia

TOTAL ENTRADAS = 13

- Salidas

- ✓ 8 – Solenoides de las electroválvulas para cilindros
- ✓ 1 – Salida para motor AC encargado del movimiento de las tolvas
- ✓ 1 – Electroválvula para el paro de emergencia

TOTAL SALIDAS = 10

Cantidad	Componente	Función	Referencia
1	PLC	Controlador lógico programable	SCHNEIDER-TWDLCAA40DR F
1	Motor Trifásico	Transforma energía eléctrica en energía mecánica por medio de campos electromagnéticos variables	NEMA 48/56 Abierto
2	Sensor Inductivo	Capacidad de detectar materiales metálicos ferrosos	XS612B1PAL2
4	Sensores Capacitivos	Capacidad de detectar ante metales y no metales	XT1M12PA372

Tabla 5 Sistema de control de la maquina

Se eligió el plc TWDLCAA40DRF debido a que cuenta con 24 entradas de 24V CC, 14 salidas a relé de 2A y dos salidas de transistor a 1A, que cumple con las necesidades del sistema.

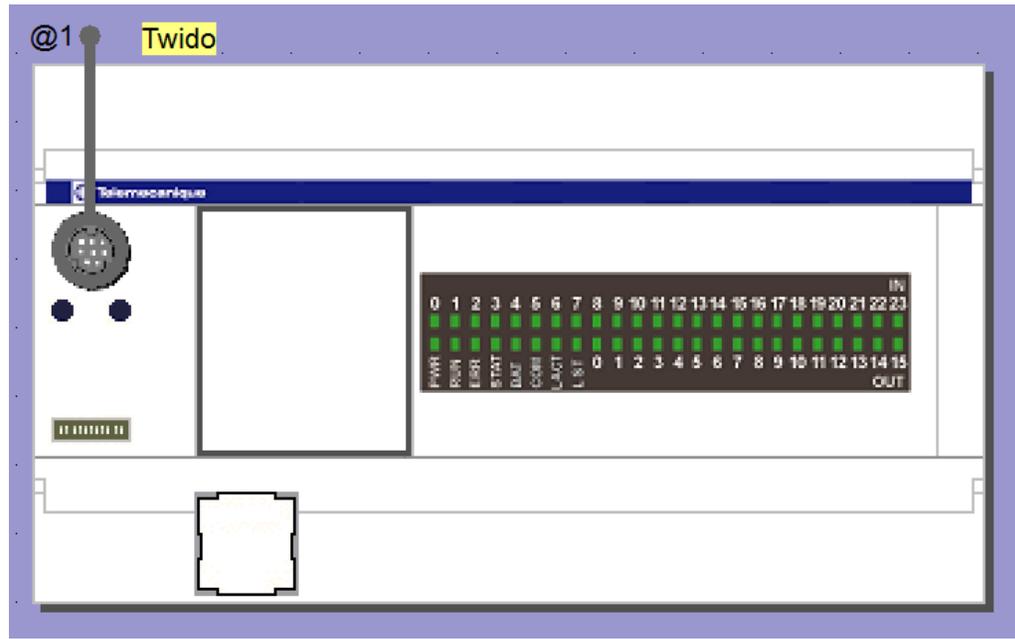


Ilustración 69 PLC TWDLCAA40DRF

Lengths (mm) :  
a = Overall  
b = Threaded section

a = 50  
b = 42  
Ø = M12 x 1  
DC

Nominal sensing distance (Sn) **2 mm**

References

3-wire ---	PNP	NO	XT1-M12PA372
		NC	XT1-M12PB372
	NPN	NO	XT1-M12NA372

**Ø 12**

Sensing distance (Sn) mm	Function	Output	Connection	Reference	Weight kg
4	NO	PNP	Pre-cabled (L = 2 m) (f)	<b>XS6 12B1PAL2</b>	0.075
			M12 connector	<b>XS6 12B1PAM12</b>	0.020
	NPN	Pre-cabled (L = 2 m) (f)	<b>XS6 12B1NAL2</b>	<b>0.075</b>	
			M12 connector	<b>XS6 12B1NAM12</b>	0.020
NC	PNP	Pre-cabled (L = 2 m) (f)	<b>XS6 12B1PBL2</b>	0.075	
			M12 connector	<b>XS6 12B1PBM12</b>	0.020
	NPN	Pre-cabled (L = 2 m) (f)	<b>XS6 12B1NBL2</b>	0.075	
			M12 connector	<b>XS6 12B1NBM12</b>	0.020

Ilustración 70 Sensor Capacitivo (izquierda), Sensor Inductivo (Derecha)

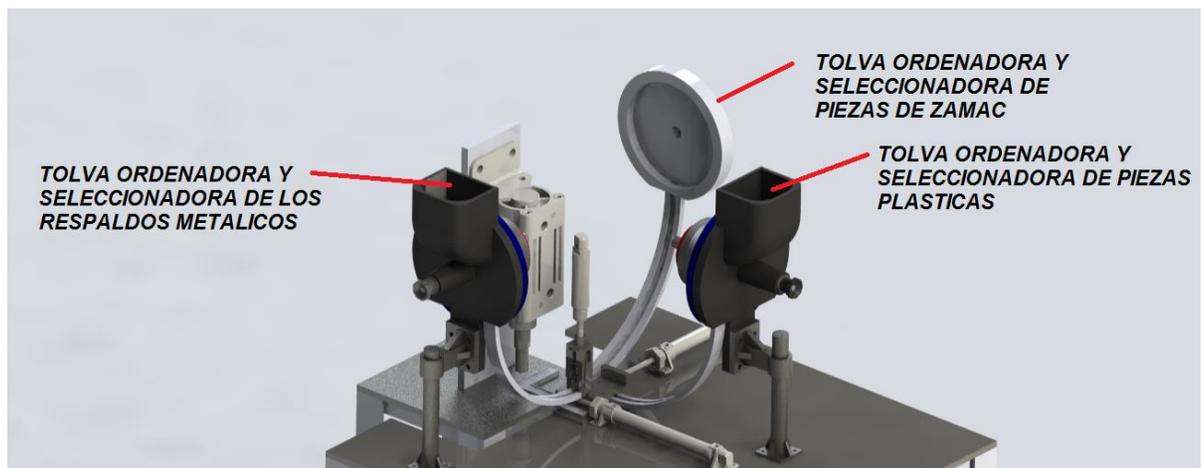
## 11.2 Lógica de control

Es el grupo de operaciones y estructura de control que determina el orden de la ejecución de las instrucciones de un programa que tendrá un ciclo repetitivo.

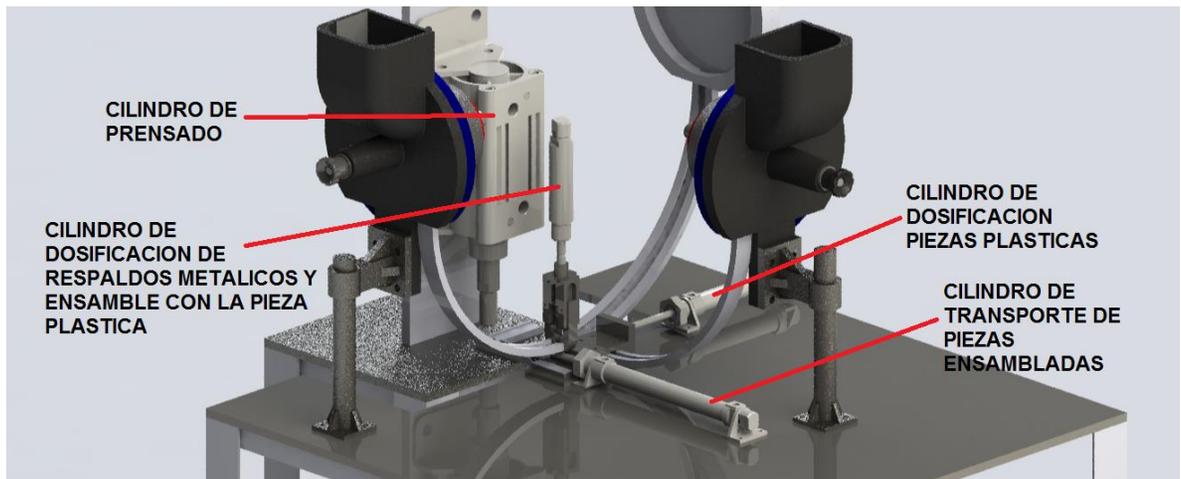
A continuación se presenta el diagrama en la lógica de programación del plc LADDER, mostrando cada una de las etapas del proceso y su diagrama en GRAFCET

## 11.3 Secuencia lógica de la maquina ensambladora de botones y descripción del proceso

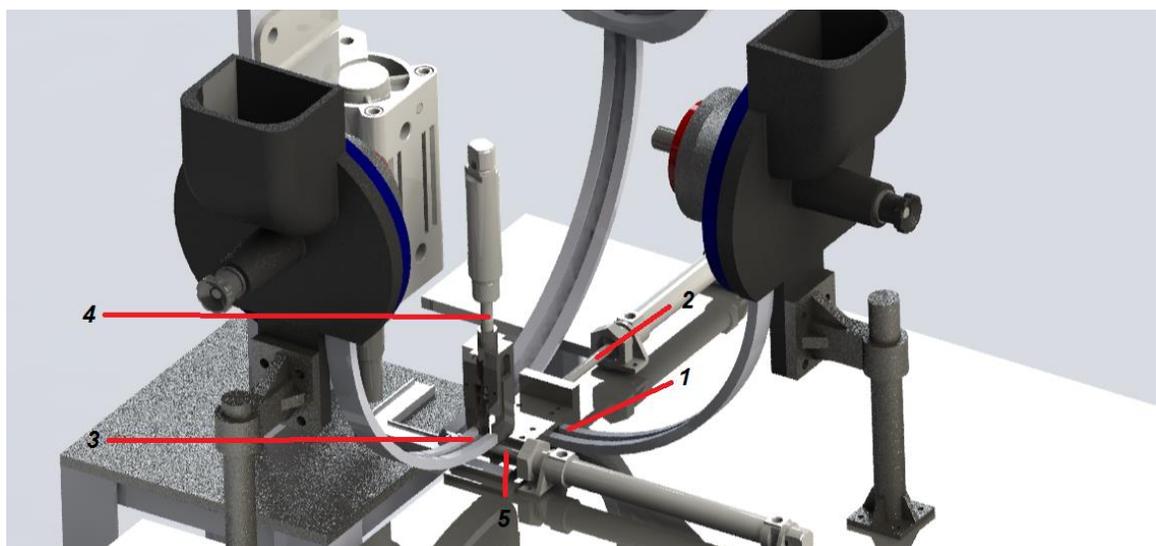
Para iniciar el proceso se activa el pulsador de encendido, por medio de los sensores se hace el proceso de verificación de que las piezas se encuentran en posición para el ensamble una vez descienden de sus respectivas guías del sistema de ordenamiento.



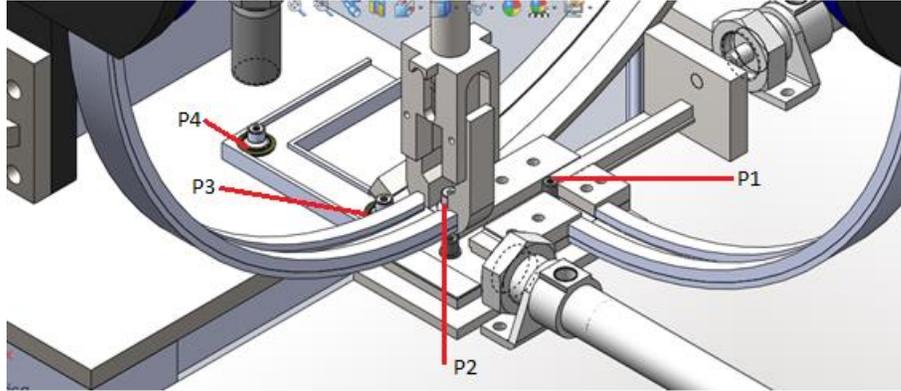
**Ilustración 71** Se utilizaran 4 cilindros neumáticos, estos realizan tanto transporte y ensamble de los diferentes componentes



**Ilustración 72 Ubicación de los diferentes cilindros en el diseño**



**Ilustración 73 Ingresan las piezas plásticas previamente ordenadas en la tolva a la guía central**



**Ilustración 74 Posiciones iniciales de las partes del botón**

P1= Posición inicial de la pieza plástica

P2= Posición inicial del respaldo metálico

P3= Posición de la pieza de zamac

P4= Posición de las piezas pre ensambladas para realizar el prensado

### 11.4 Posición inicial de los vástagos

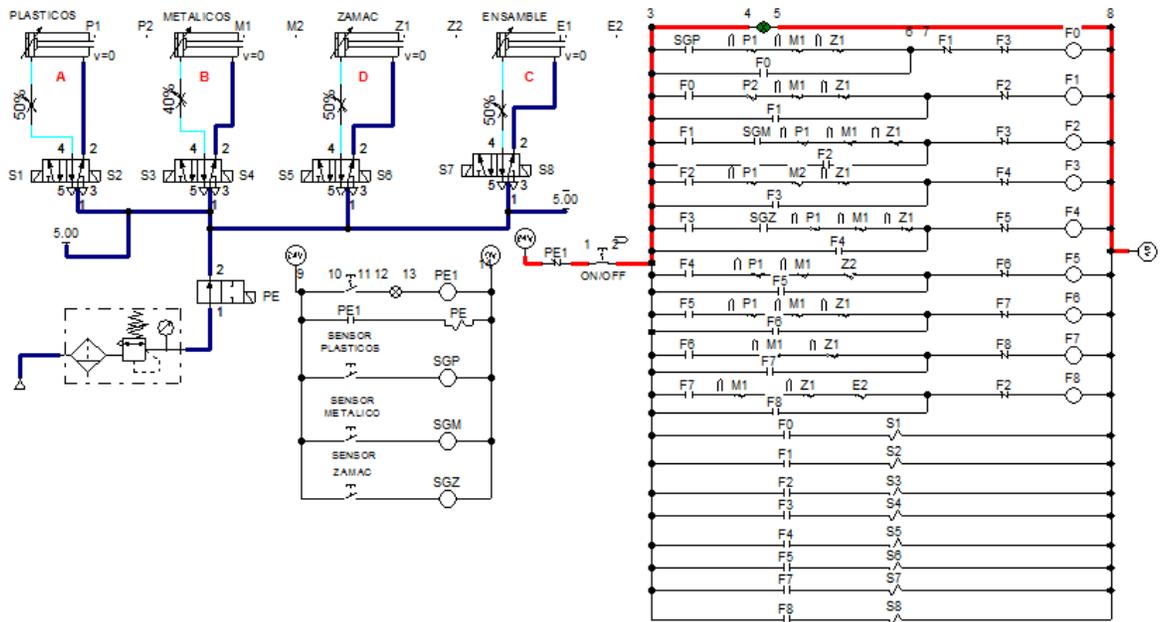


Ilustración 75 Esquema y posición de los vástagos

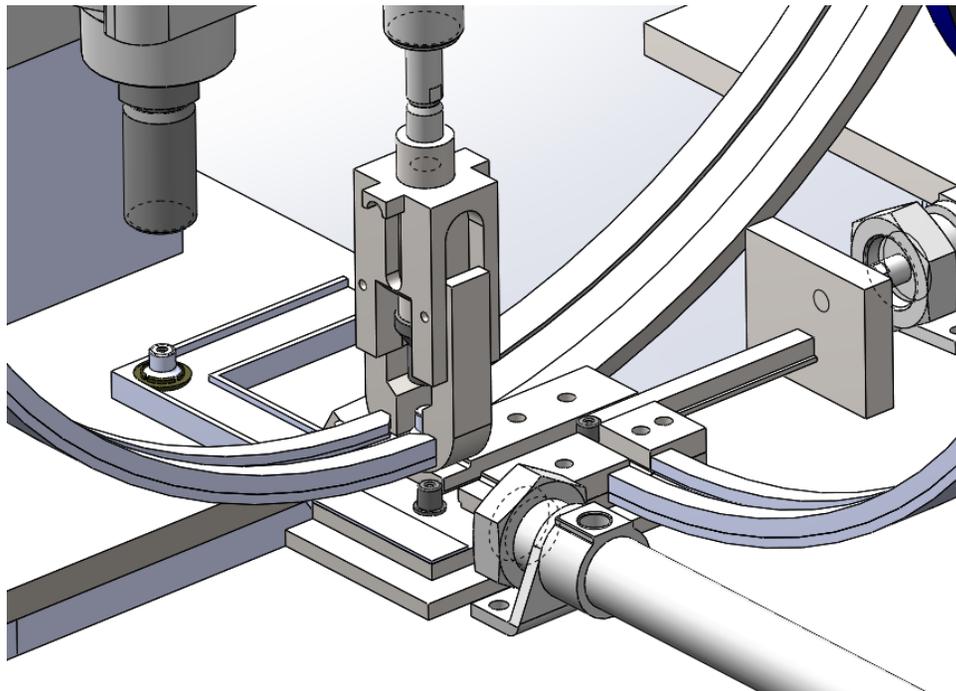
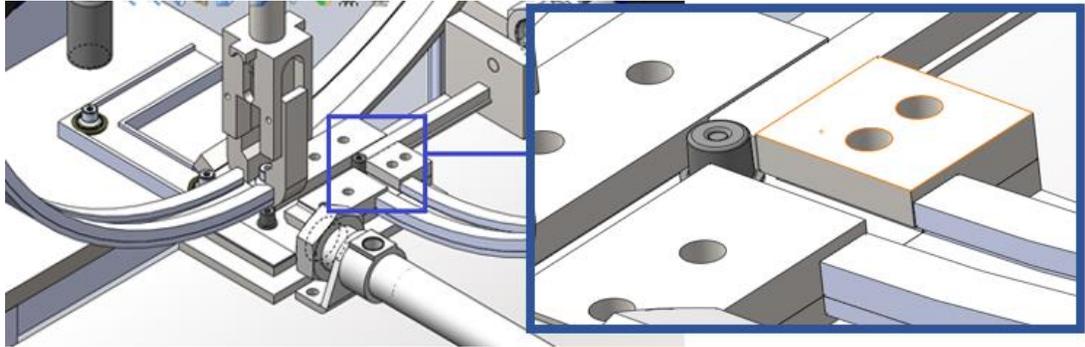
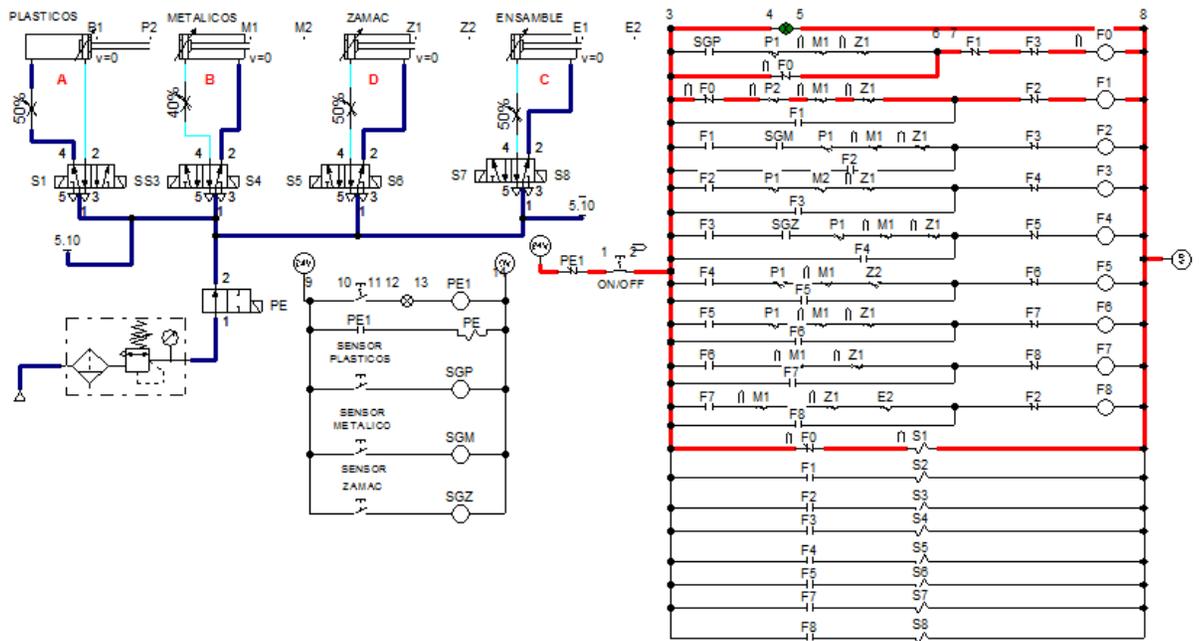


Ilustración 76 Posiciones representadas en el diseño

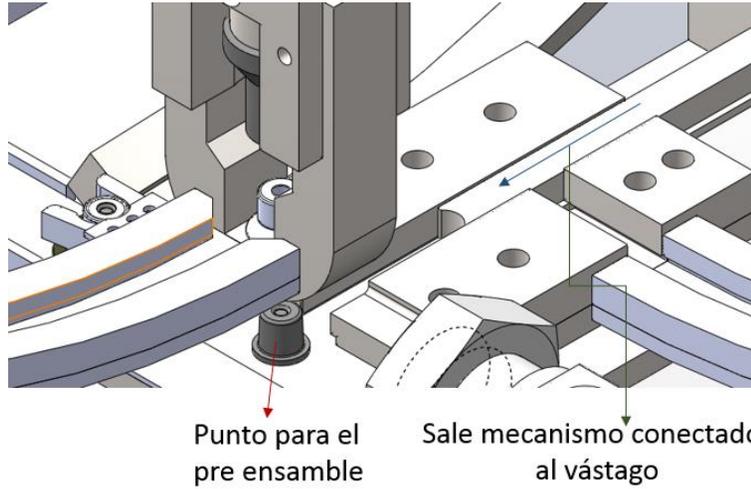
El sensor detecta que hay piezas plásticas, sale el vástago encargado de hacer el transporte de los cuerpos plásticos al punto de ensamble con el respaldo metálico



**Ilustración 77 Posición del cuerpo plástico**

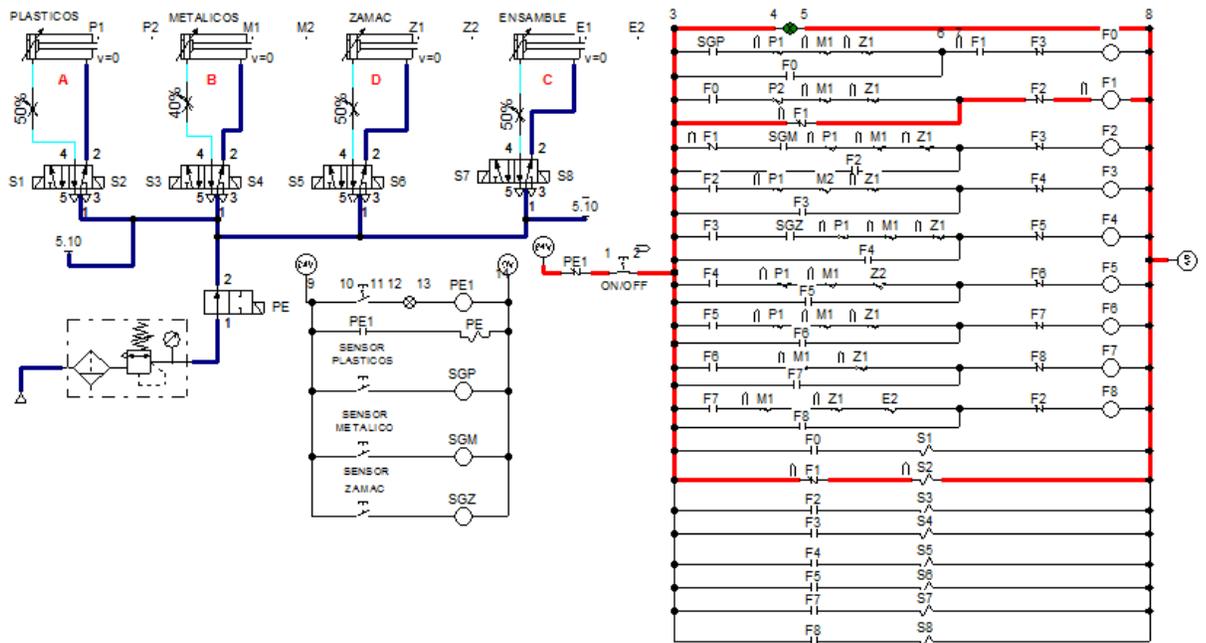


**Ilustración 78 Salida del vástago de transporte de piezas plásticas**



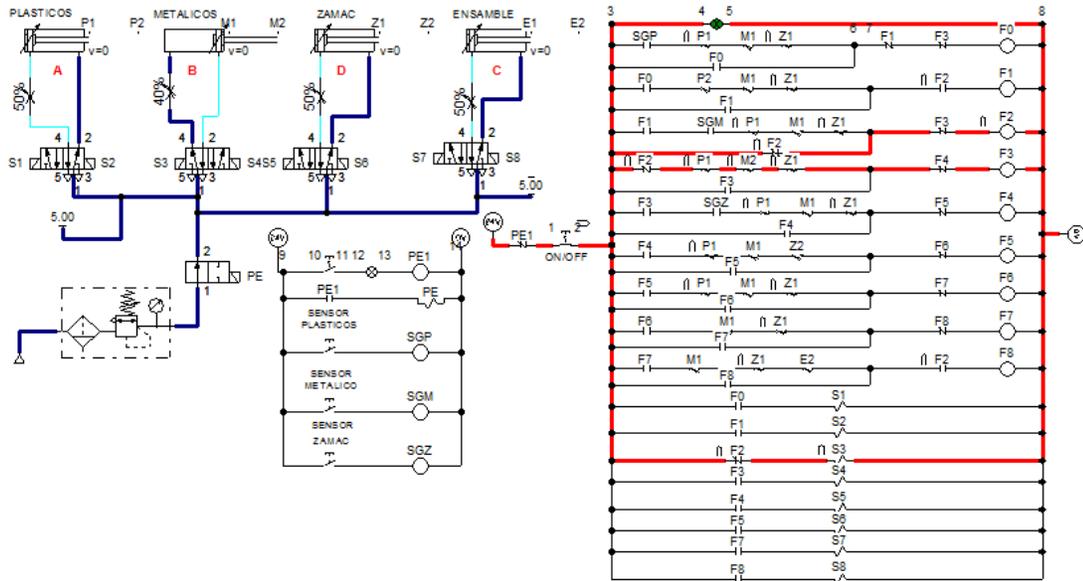
**Ilustración 79 Salida del mecanismo de transporte de piezas plásticas**

Se devuelve el pistón para recibir la siguiente pieza plástica. No se activa de nuevo hasta que termine el proceso de ensamble

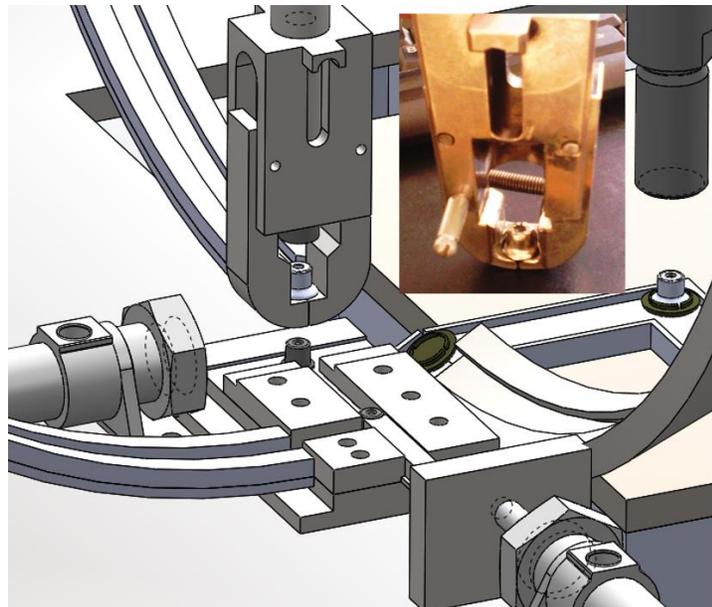


**Ilustración 80 Esquema del retroceso del vástago de cuerpos plásticos**

Detecta el respaldo metálico, sale el vástago encargado de la dosificación y el ensamble de las piezas

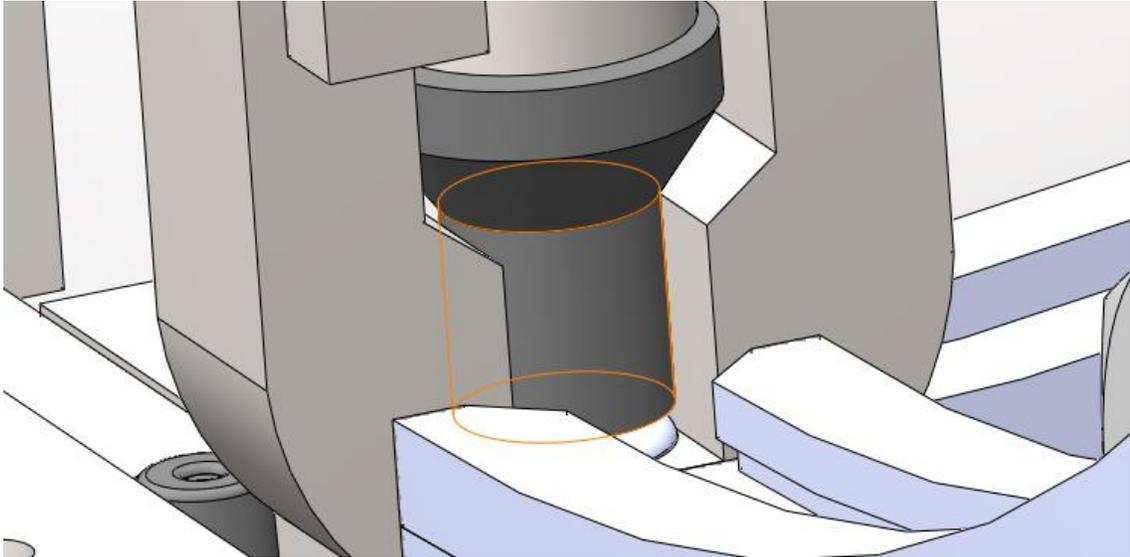


**Ilustración 81 Salida del vástago para realizar el pre ensamble**



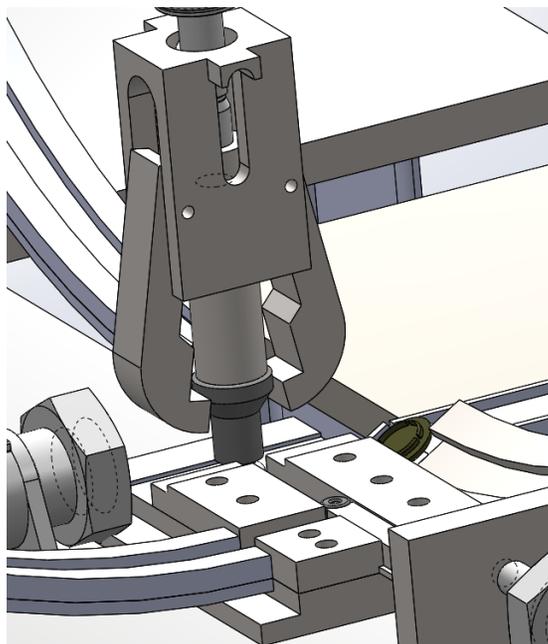
**Ilustración 82 Ingreso de los respaldos metálicos al dosificador**

Cilindro encargado para seleccionar el respaldo, hace la abertura del dosificador y a su vez realiza el ensamble de la pieza plástica con el respaldo metálico



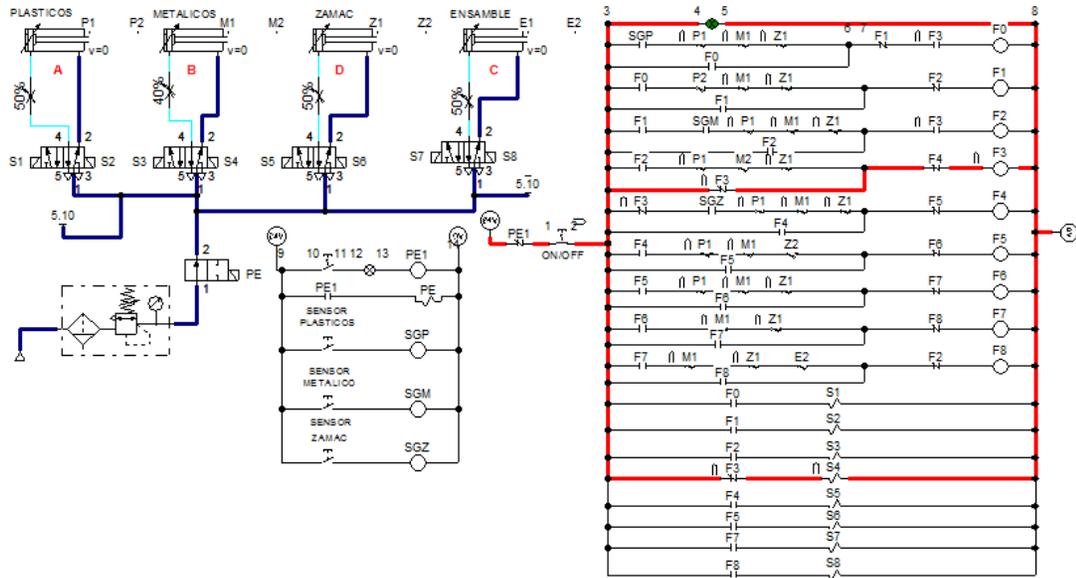
**Ilustración 83 Dosificación de respaldos metálicos**

Se abren las tenazas del gancho por la salida del vástago permitiendo caer sobre la pieza plástica

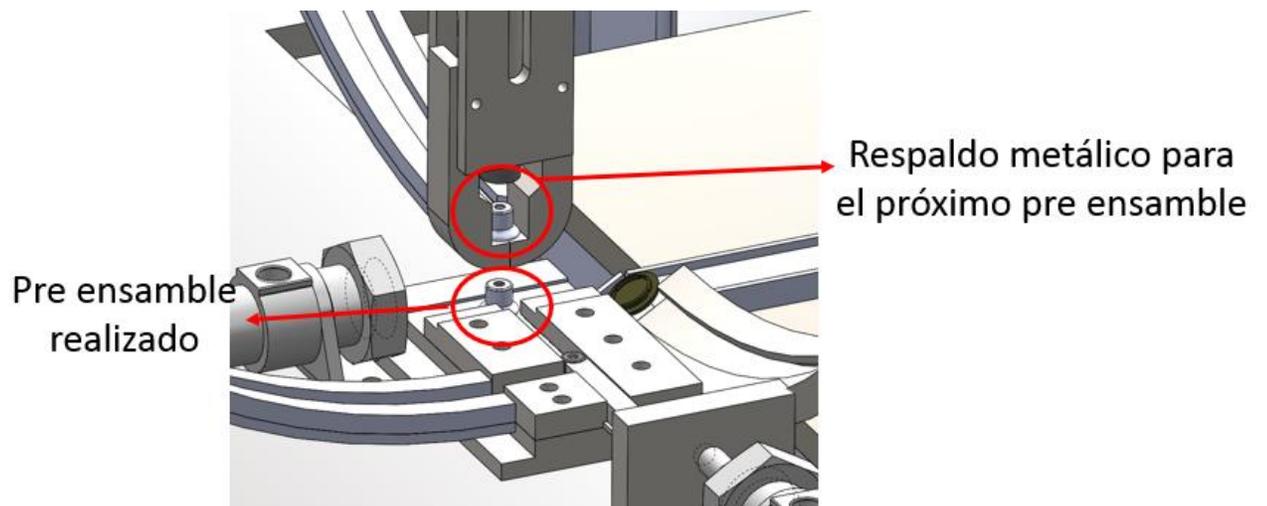


**Ilustración 84 Apertura de las tenazas**

Regresa el vástago para permitir el paso de otro respaldo metálico, esperando la siguiente de la pieza plástica para el ensamble, el siguiente paso no se realiza hasta que el vástago no se encuentre adentro, para evitar que se choquen durante el proceso.

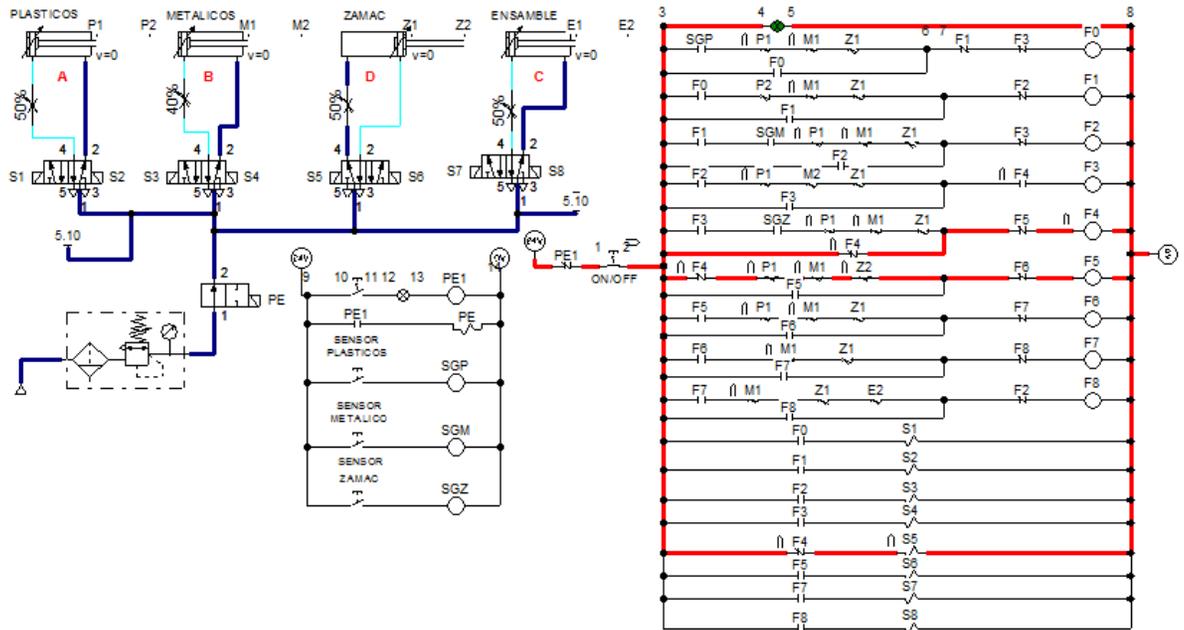


**Ilustración 85 Retroceso del vástago de pre ensamble (plásticos y metálicos)**

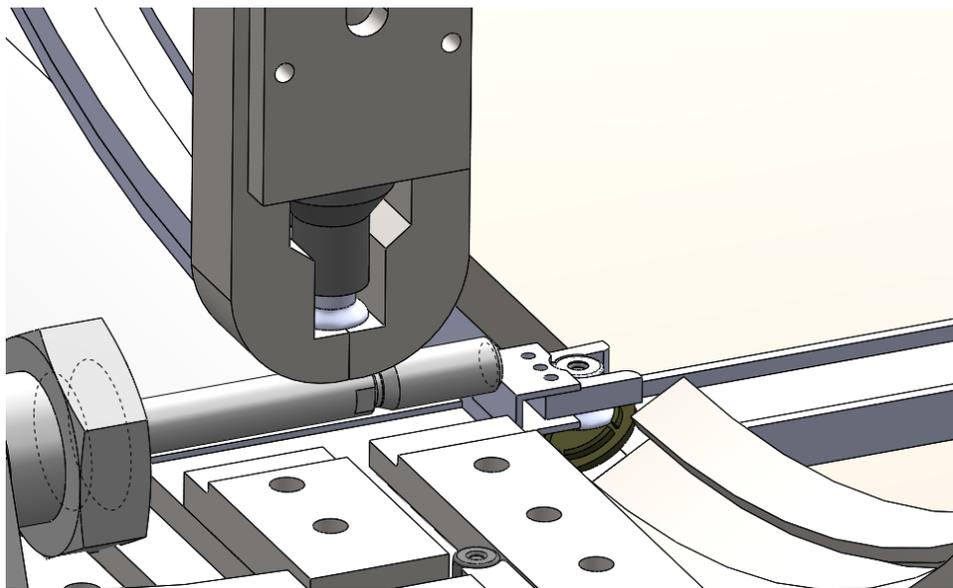


**Ilustración 86 Posición de las piezas luego del pre ensamble**

Una vez este adentro el pistón de ensamble de los respaldos metálicos con los plásticos, sale el vástago encargado del transporte de este pre-ensamble y unirlo con la pieza de zamac y llevándolo al punto de prensado.



**Ilustración 87 Salida del vástago unión de pre ensamble y botón de zamac**



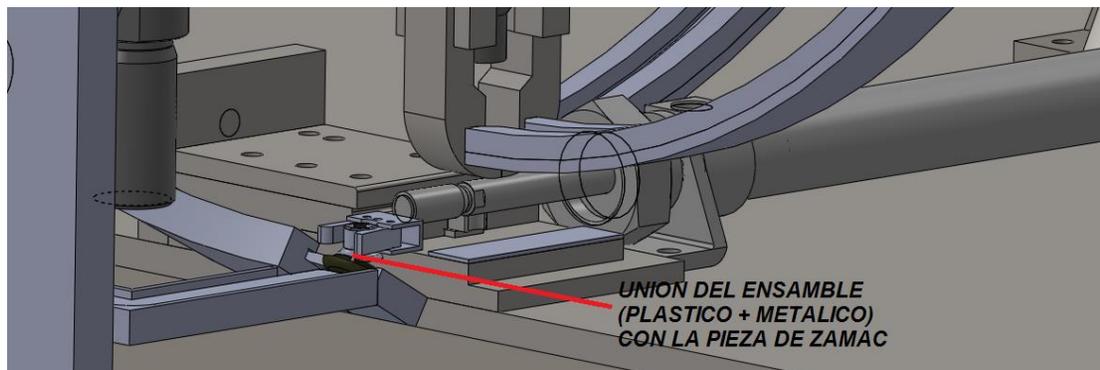
**Ilustración 88 Unión del pre ensamble con el botón de zamac**

Lugar de ensamble y salida de vástago para transportar las piezas realizando durante el trayecto la unión con la pieza de zamac.

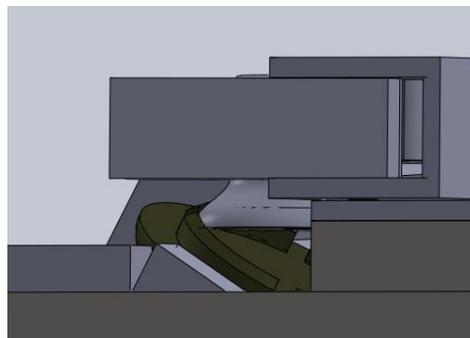


**Ilustración 89** Guía de descenso del botón de zamac

El alimentador de piezas presenta 30 grados de inclinación, que a la hora de ensamble facilita la unión de las partes del botón



**Ilustración 90** Unión total del botón antes del prensado



**Ilustración 91** Unión de las piezas detallando el ángulo necesario para el ensamble

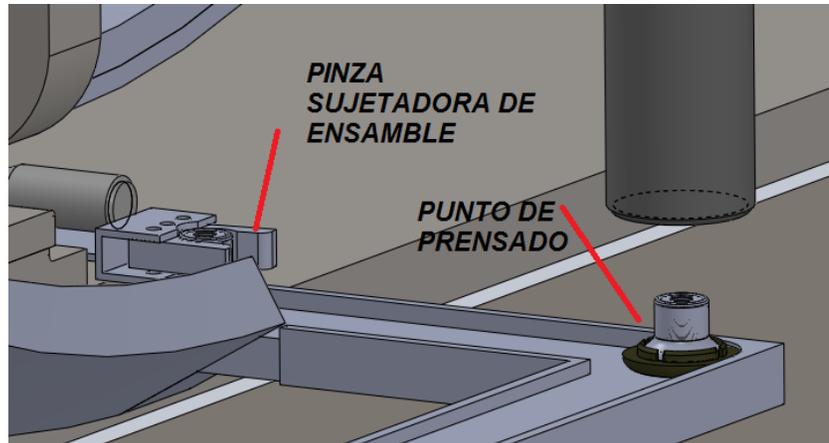


Ilustración 92 Salida del vástago hasta el punto de prensado

Una vez llevado al punto de prensado el vástago vuelve a la posición inicial esperando el siguiente ensamble para su transporte

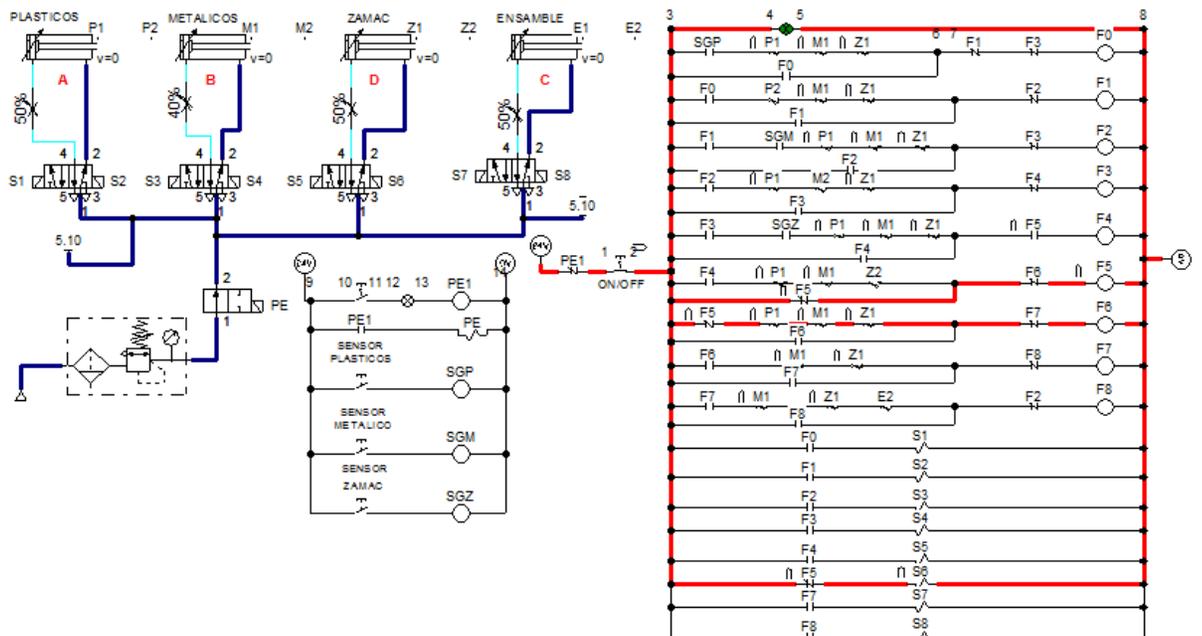
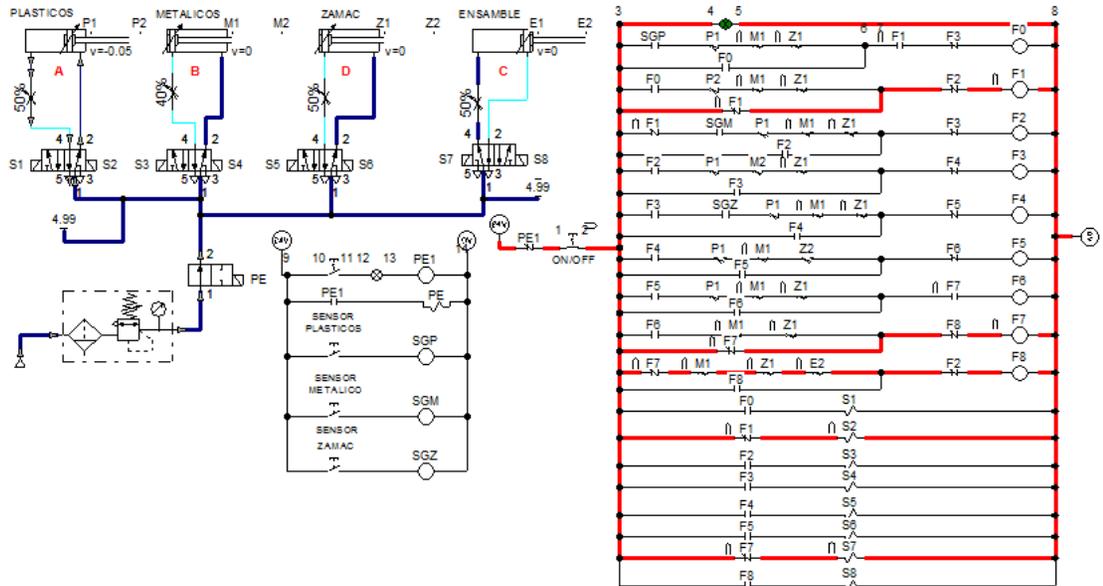
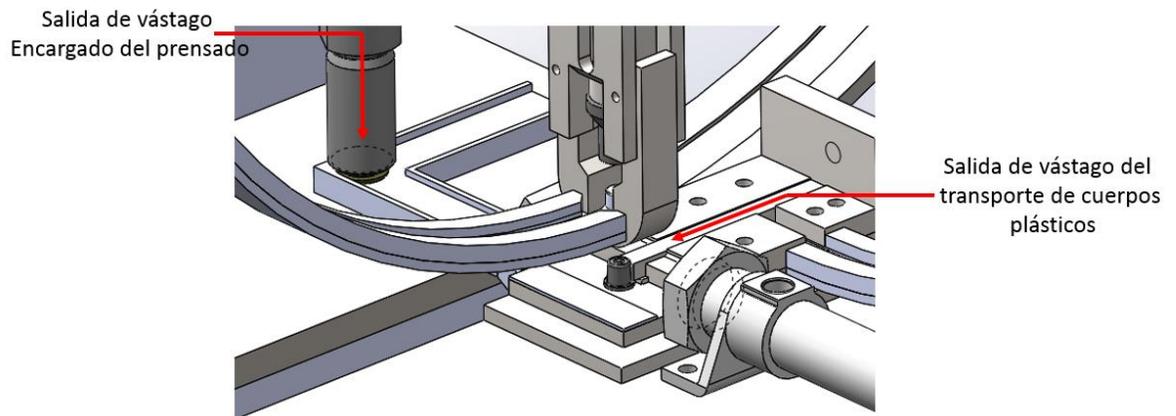


Ilustración 93 Esquema del retroceso del vástago de unión

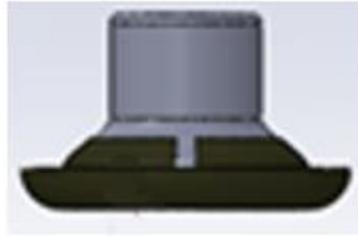
En el siguiente paso se realiza el prensado de todas las piezas del botón, en este paso se puede hacer simultáneamente con el transporte de piezas plásticas ya que no hay posibilidad de choque entre vástagos.



**Ilustración 94 Salida simultanea del vástago de prensado y del dosificador de plásticos**

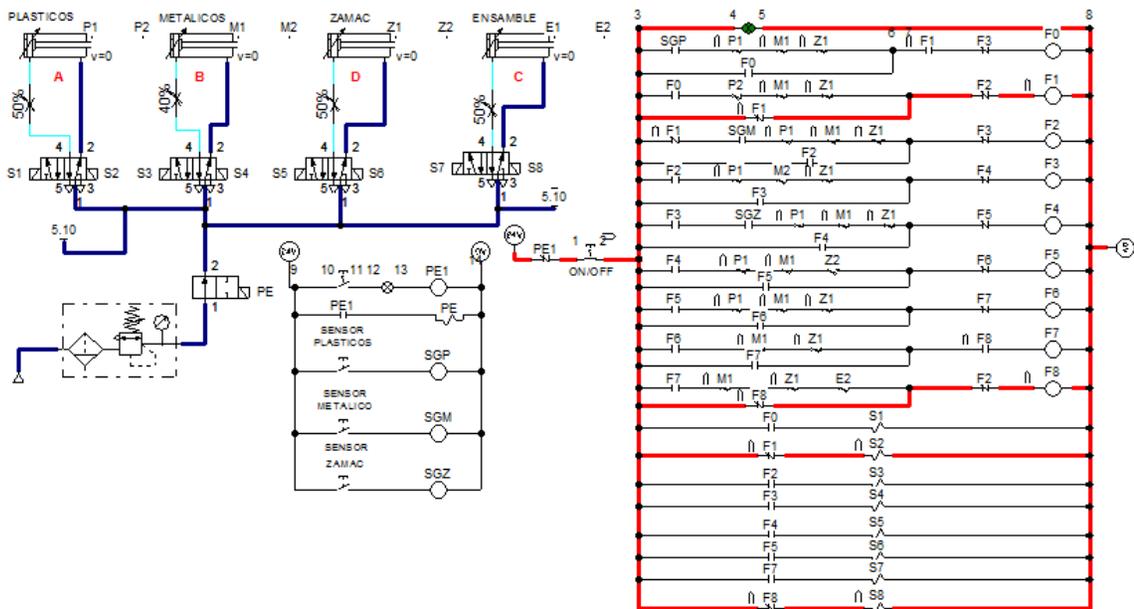


**Ilustración 95 Salida del vástago de prensado y de unión**



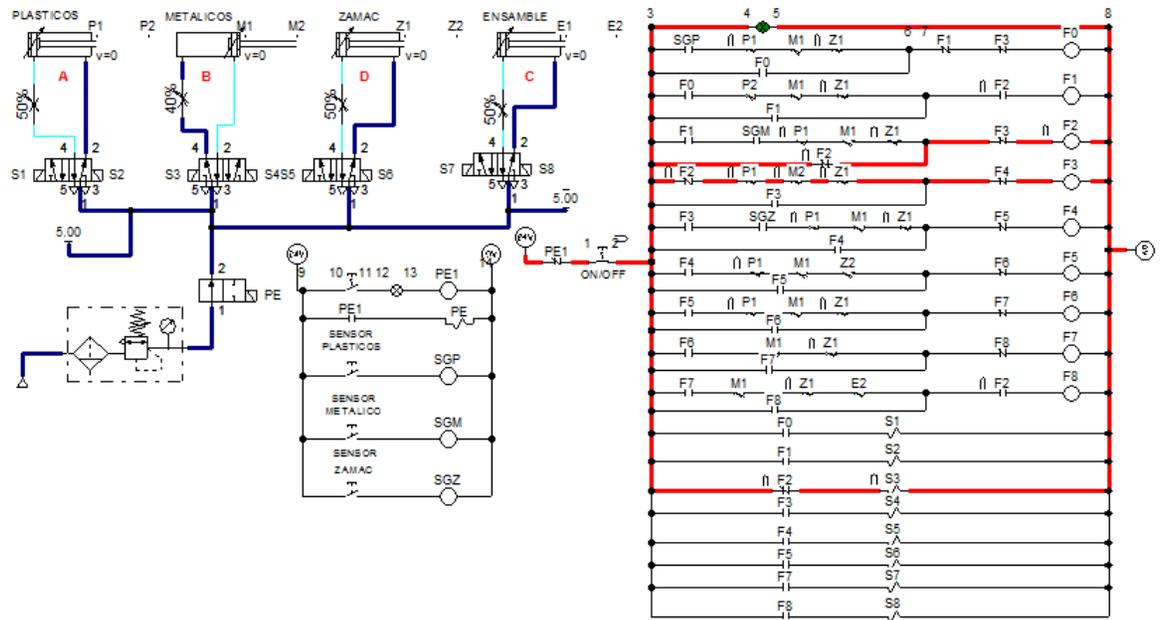
**Ilustración 96 Botón presado**

En el siguiente paso se realiza el proceso de los vástagos, a su posición inicial para continuar con el proceso, después del prensado la pieza es expulsada por una corriente de aire.



**Ilustración 97 Retroceso de los vástagos de cuerpo plástico y prensado**

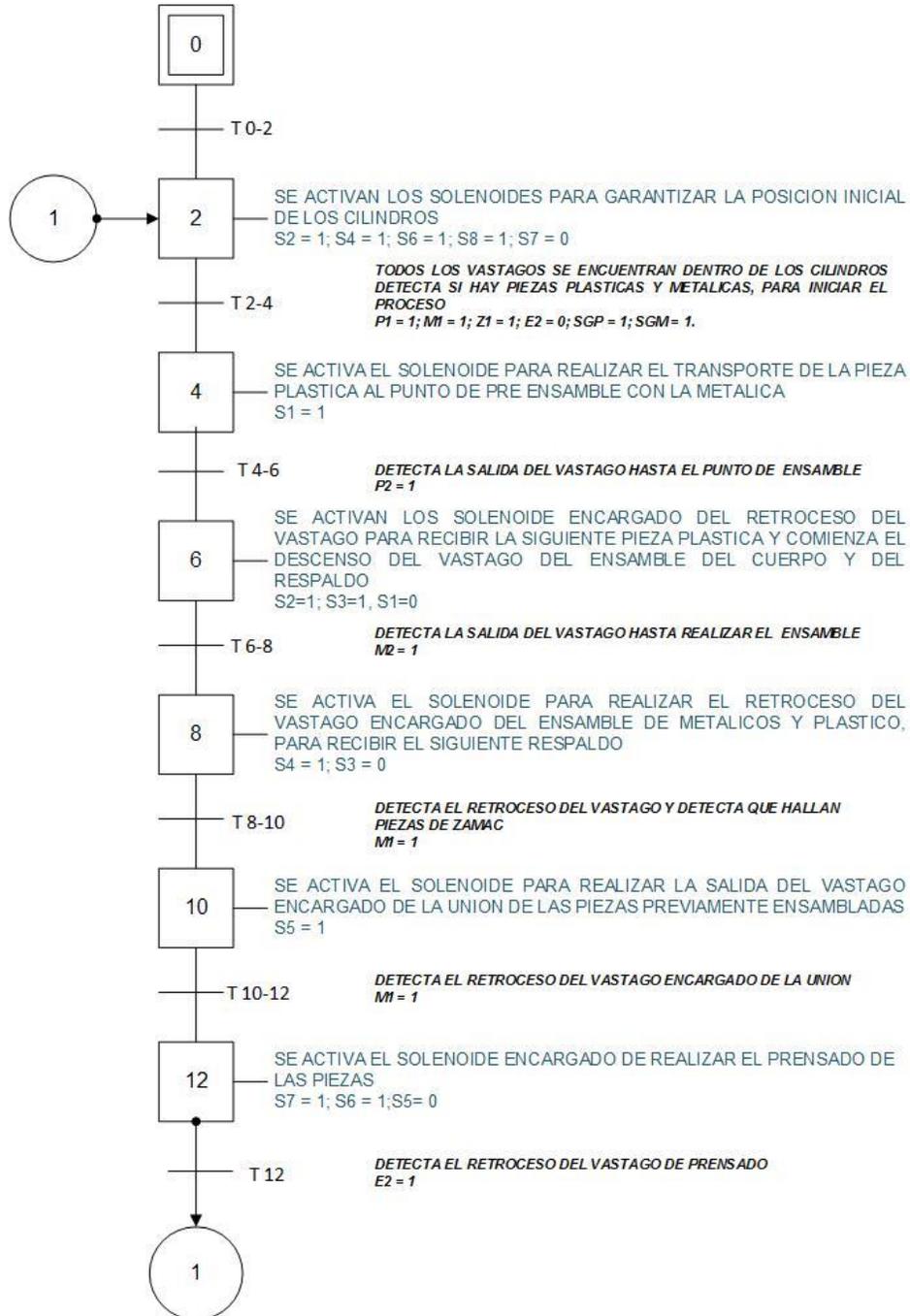
El siguiente paso se realizaría el ensamble con los respaldos metálicos, debido a que en paso anterior se avanzó en el transporte de piezas plásticas y se repetiría el proceso anterior.



**Ilustración 98 Salida de vástago de pre ensamble**

El proceso se hace cíclico y solo dependiendo que hallan piezas para alimentar el proceso.

## 11.5 Lógica secuencial en GRAFCET



Flujograma 5 Lógica GRAFCET

## 11.6 Programación en el lenguaje del plc

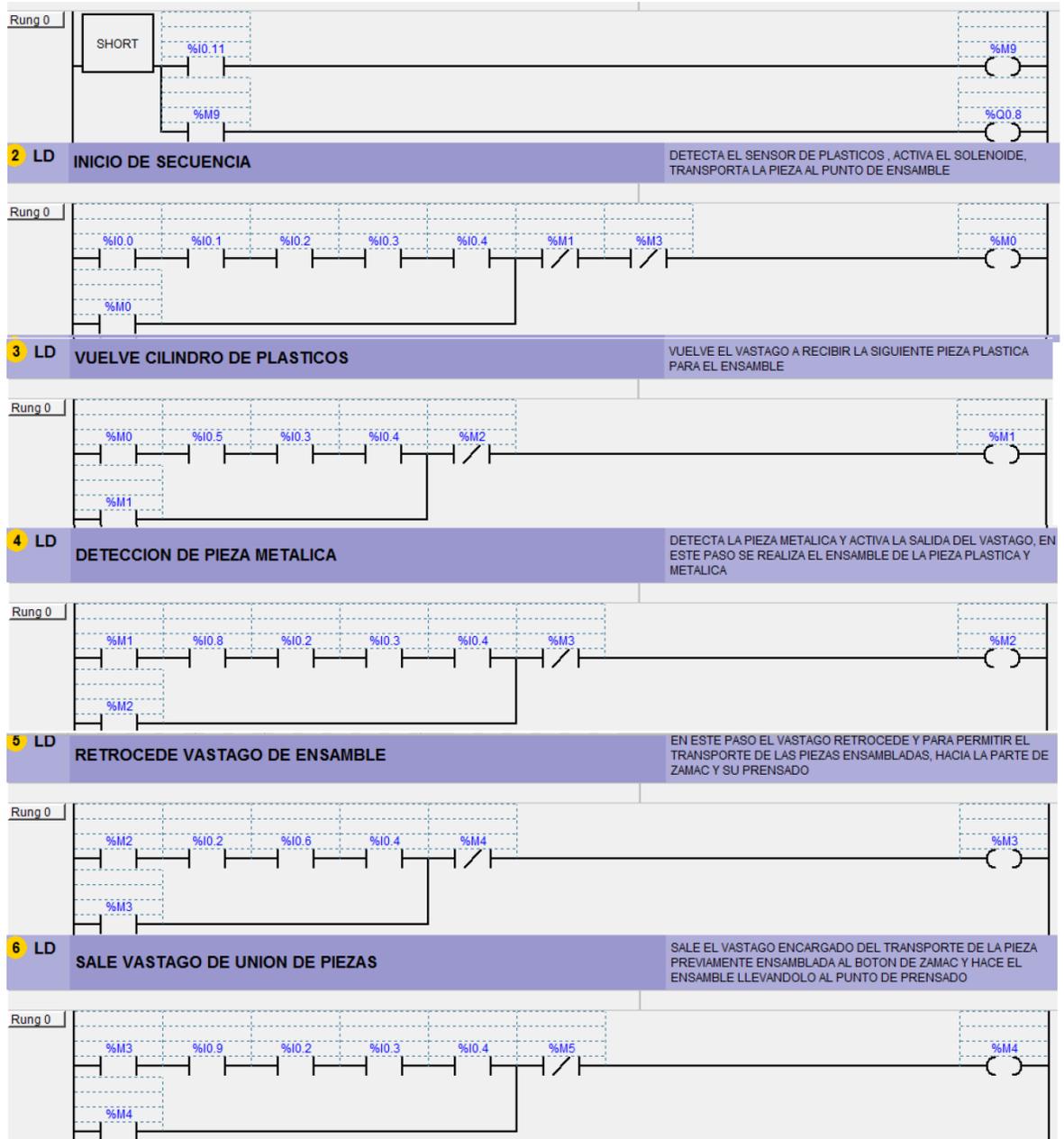


Ilustración 99 Lógica LADDER I.

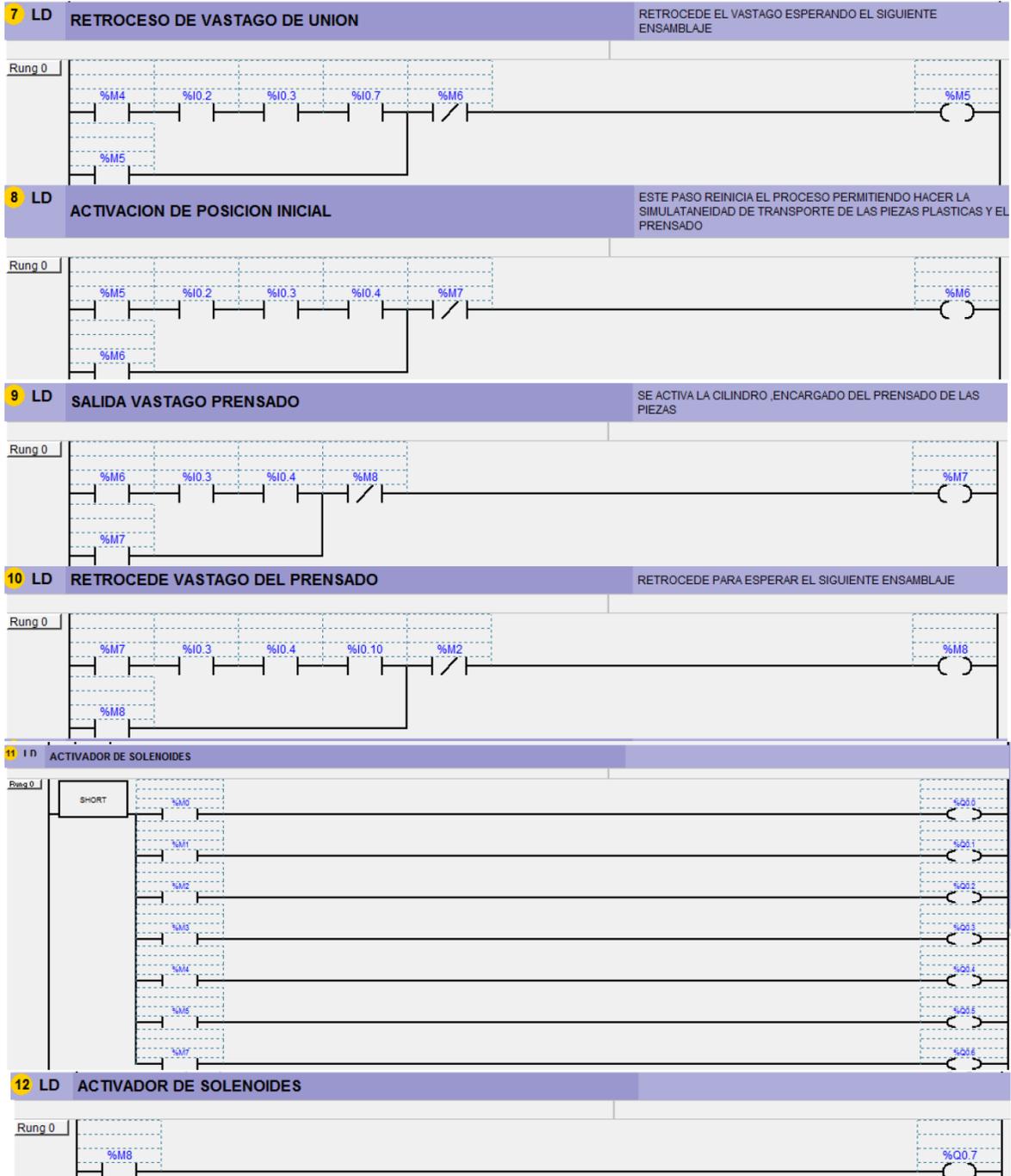


Ilustración 100 Lógica LADDER II

## 12 ENSAMBLE DE LA MAQUINA DE BOTONES DE JEAN

### 12.1 Ensamble de la estructura

El proceso de ensamble de la estructura consiste en unas patas y unos refuerzos hechos de láminas en forma de ángulo, y dos placas que soportaran las diferentes piezas de los mecanismos.

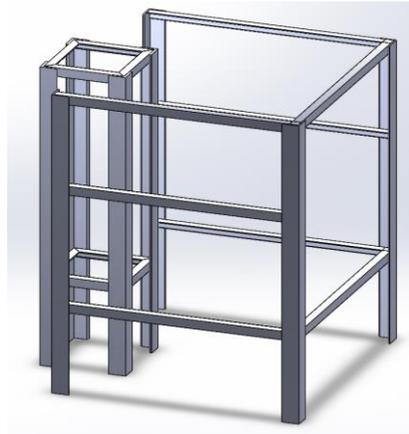


Ilustración 101 Estructura base de la máquina

Habrán dos estructuras, una para el sistema de prensado y otra para el sistema de ordenamiento y pre ensamble. La estructura estará realizada con láminas en ángulo de perfil de 2in x 3/16 in y contará con platinas HR de calibre de 1/2 in, estas irán con un cordón de soldadura 6013 para hacer la unión de todos los componentes.

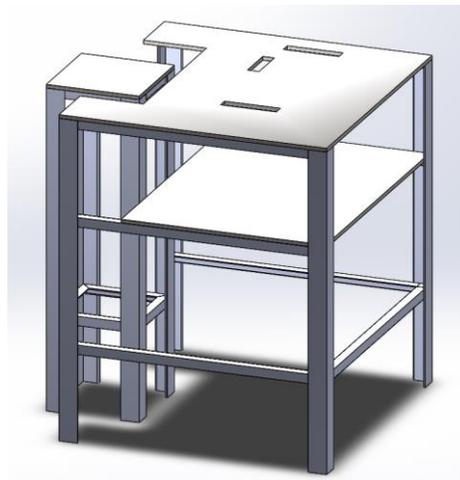


Ilustración 102 Estructura de la máquina

## 12.2 Ensamble del mecanismo ordenador

Se acoplan los anillos semicirculares en los machos del bastidor posicionando los orificios de manera que coincidan, por medio de los tornillos se hace la sujeción de las guías al bastidor.

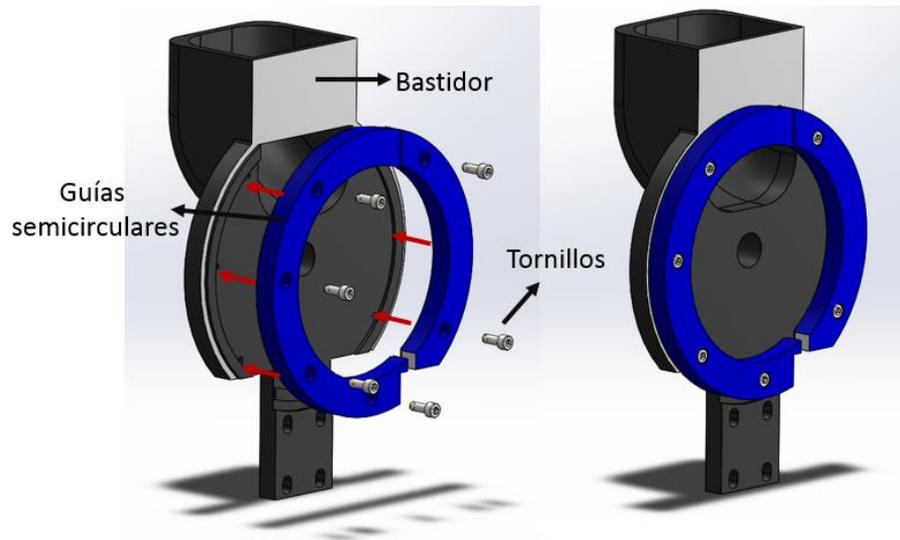


Ilustración 103 Ensamble de guías semicirculares y bastidor en el diseño



Ilustración 104 Ensamble de g Ensamble de guías semicirculares y bastidor

### 12.2.1 Ensamble del tambor

Se cuadra el separador a una distancia específica dependiendo del material a escoger, un promedio de 111mm, una vez teniendo esto como referencia se inserta el tambor, la polea y la arandela sucesivamente en ese orden para por último por medio de una tuerca hacer fijo todo el ensamble.

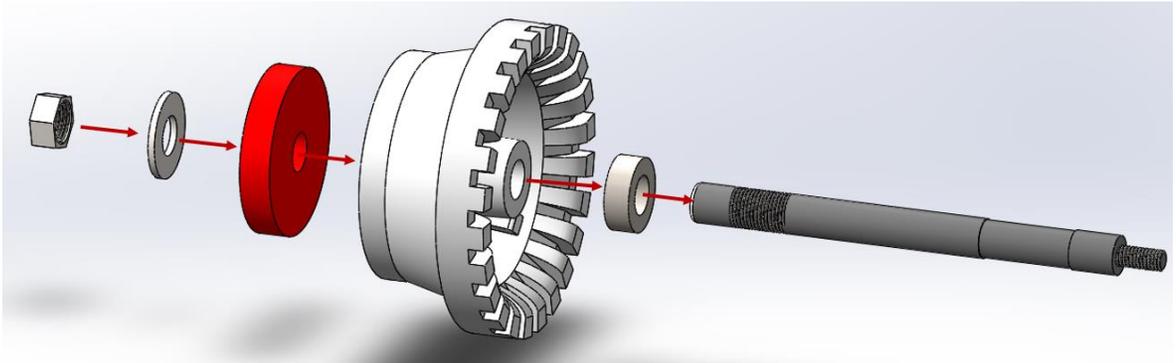


Ilustración 105 Ensamble del tambor con sus otras piezas

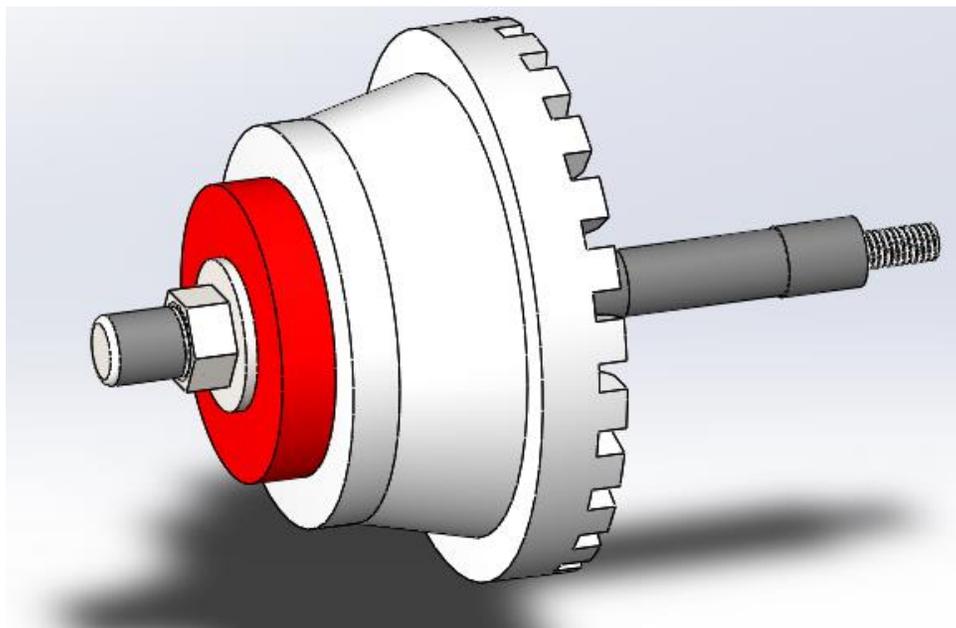
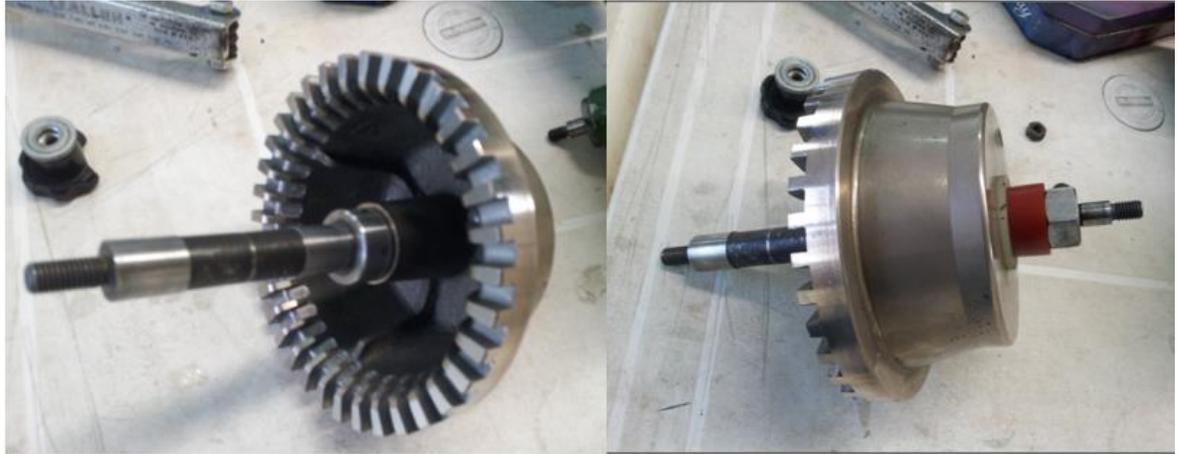


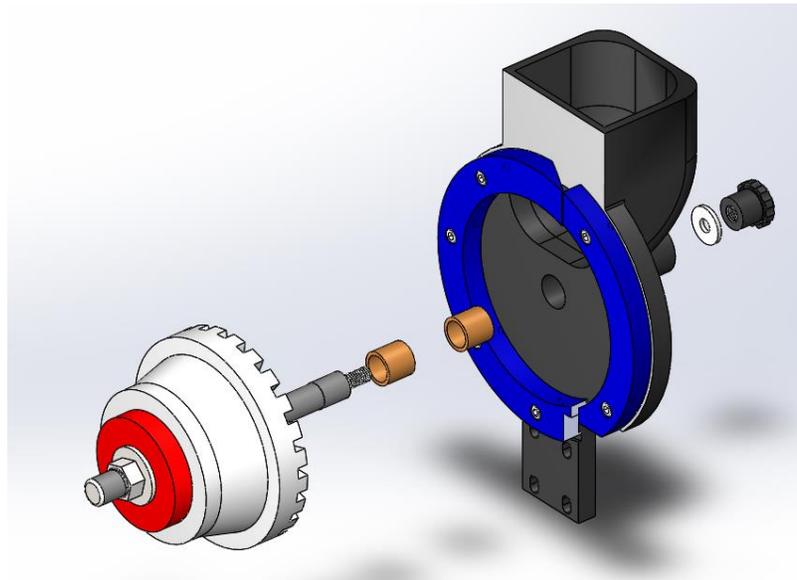
Ilustración 106 Tambor ensamblado en el diseño



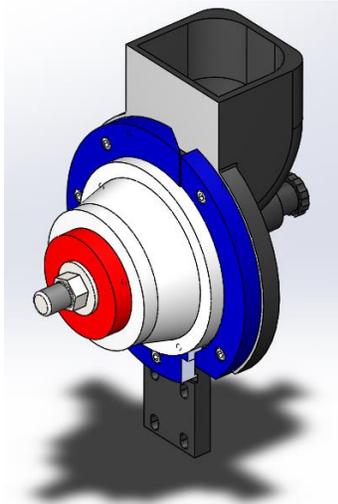
**Ilustración 107 Tambor Ensamblado**

### ***12.2.2 Ensamble del bastidor con el tambor***

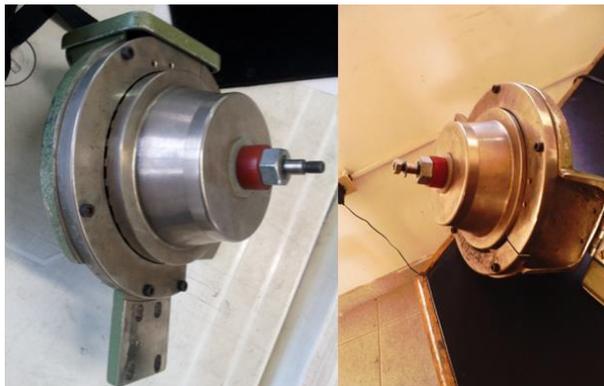
Se insertan los bujes en el orificio del bastidor, luego se inserta el ensamble del tambor en los orificios de los bujes y ajustándolos por medio de una arandela y una tuerca mariposa.



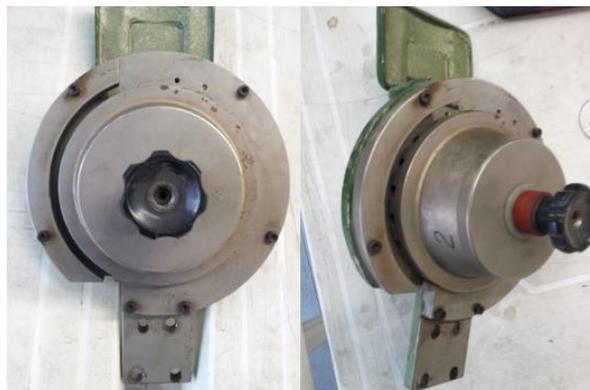
**Ilustración 108 Ensamble del eje con el bastidor**



**Ilustración 109 Mecanismo de ordenamiento ensamblado**

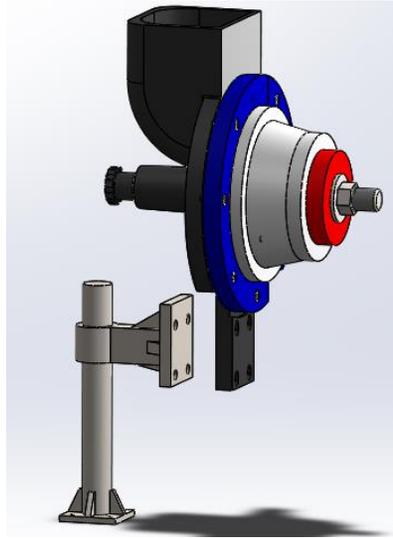


**Ilustración 110 Ordenador de cuerpos plásticos**



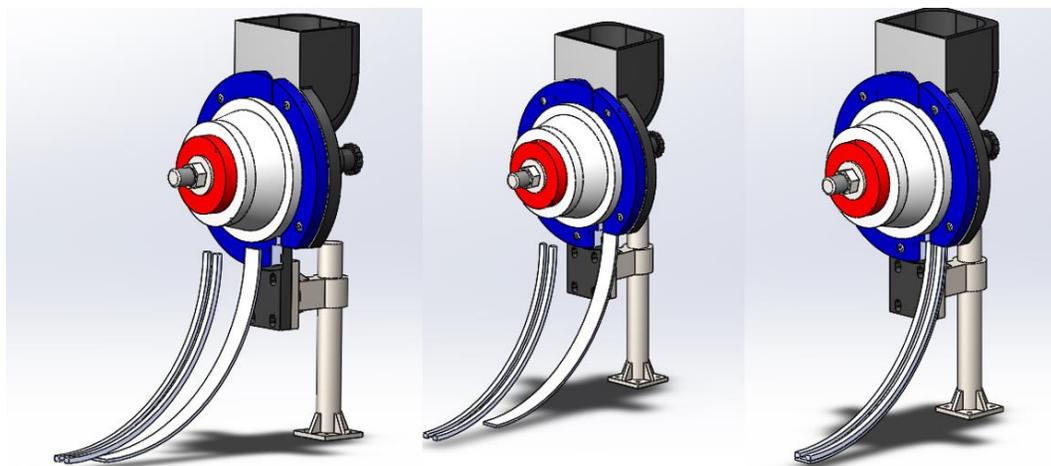
**Ilustración 111 Ordenador de respaldos metálicos**

Luego de tener este ensamblaje se procede a hacer la unión con el soporte este se hace por medio de tornillos que casan en los agujeros tanto del bastidor como del soporte.



**Ilustración 112 Ensamble con el soporte del ordenador**

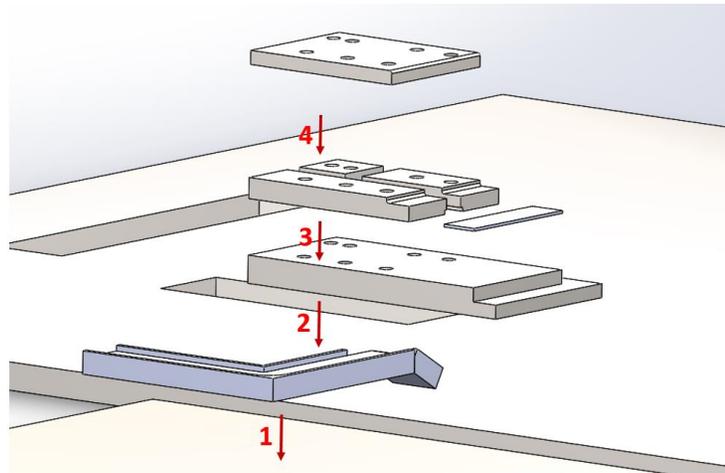
A continuación se realiza la unión de la guía por donde descenden la piezas ordenadas al bastidor, las guías constan de tres partes, primero se hace el ensamblaje de la placa base al bastidor haciendo coincidir las superficies, ya teniendo esto como referencia se procede a instalar las otras partes de la guía a la placa base.



**Ilustración 113 Ensamble de la guía en el mecanismo de ordenamiento**

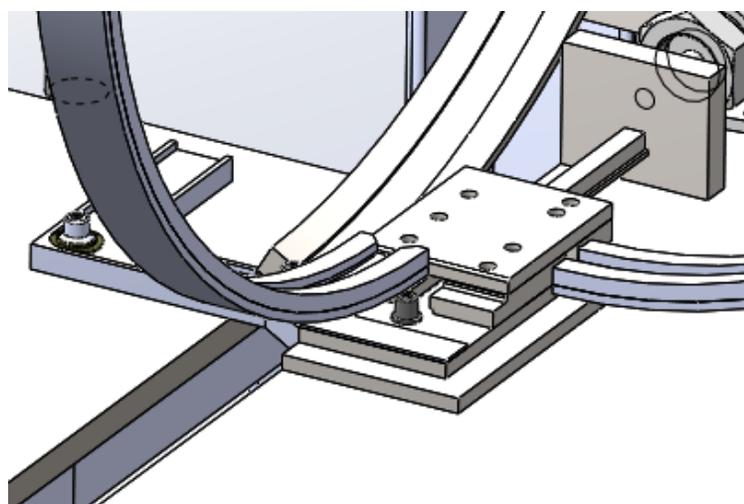
Este procedimiento se realiza tanto para los ordenadores plásticos como a los metálicos, con la única diferencia es el ajuste de alturas.

Para el ensamble de la guía central, primero se ubica y se fija la placa de la unión final, luego se alinean con la guía base central y se fija en la mesa, para luego colocar los carriles por donde deslizan los cuerpos plásticos



**Ilustración 114 Ensamble de la guía central**

Luego se alinean las caras laterales de las guías de descenso de los ordenadores con la guía central para que permita un buen deslizamiento y no provocar el estancamiento de las piezas en el cambio de la etapa de ensamblaje.



**Ilustración 115 Alineación de caras de las guías y la guía central**

### 12.3 Ensamble del ordenador de piezas de zamac

Primero se realiza en ensamble del soporte con el bastidor de ordenamiento.

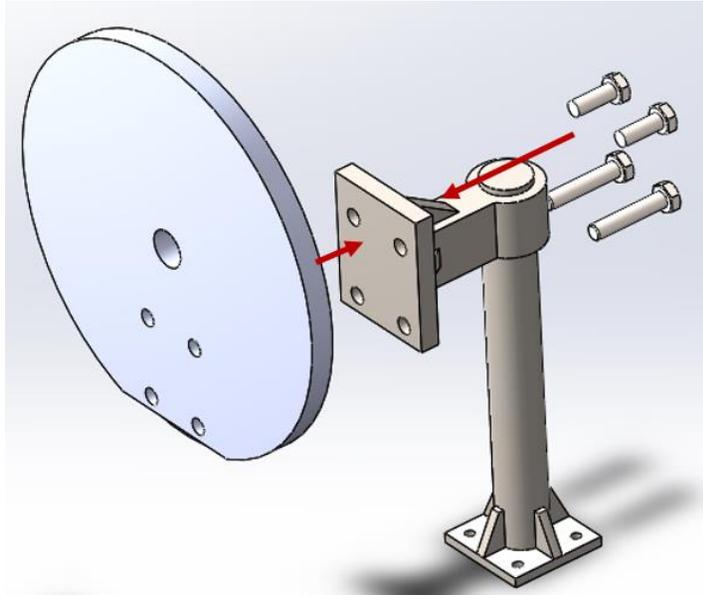


Ilustración 116 Unión del bastidor de botones de zamac y el soporte

Luego se hace el ensamble de la hélice en el eje a su vez con la polea, una arandela y una tuerca encargada de hacer fijo el ensamble, luego se hará casar el anillo seleccionador y la carcasa por donde será alimentado el sistema.

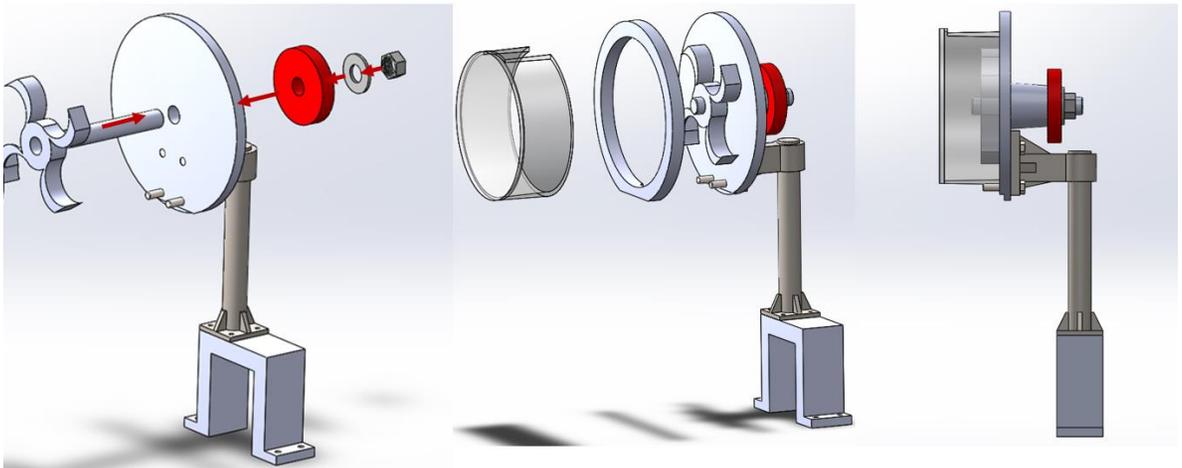
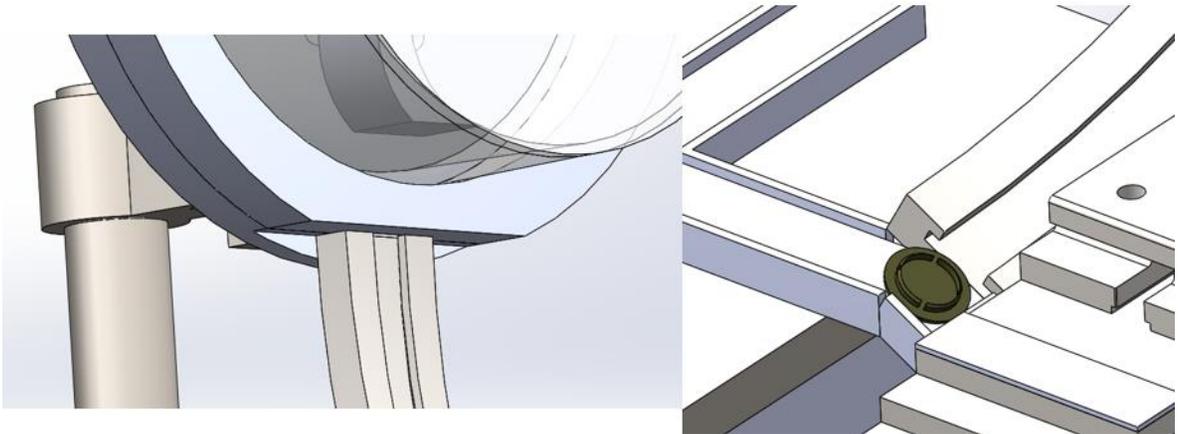


Ilustración 117 Ensamble del mecanismo de ordenamiento de botones

Para la unión de la guía con el sistema de ordenamiento se hace coincidiendo las distintas caras del anillo seleccionador con las caras internas de la guía, a la hora de ensamblarlo en la estructura se alinea con la guía central para que no hallan problemas de estancamiento de las piezas.



**Ilustración 118 Ensamble de la guía de descenso y la guía central**

## COTIZACION DE LOS ELEMENTOS

Conjunto	Subconjunto	Material	Medidas	Referencia	Precio			
Mesa	Placa Mesa	Platina HR	700 * 720 * 12,7 mm		\$ 180.000,00			
	Patas Mesa	Perfil angulo	2 pulg. * 3/16 * 1 Tramo		\$ 45.000,00			
	Soportes	Perfil angulo	1 pulg. * 1/8 * 1 Tramo		\$ 15.000,00			
	Soldadura	6013	1/8		\$ 38.000,00			
	Soportes tolas	Eje soporte	Acero 1045	Ø=1 pulg. * 1000 mm		\$ 18.000,00		
Guia Central	Placas para la guia	Acero 1045	200 * 12.7 * 1000 mm		\$ 140.000,00			
Guia tolas	Guia Resp. Metalico y plastico	Acero Inoxidable 30	25 * 3 * 1000 mm		\$ 10.000,00			
		Acero Inoxidable 30	25 * 5,5 * 1000 mm		\$ 10.000,00			
	Guia Cuerpo Zamac	Acero Inoxidable 30	30 * 3 * 500 mm		\$ 5.000,00			
		Acero Inoxidable 30	30 * 5 * 500 mm		\$ 10.000,00			
Sensores	8 Sensores detectores de proximidad de vastagos					\$ 624.656,00	\$ 642.932,80	
		Sensor Cuerpo plastico capacitivo				\$ 84.000,00		\$ 60.000,00
		Sensor Respaldo Metalico fotoelectronico				\$ 188.250,00		
		Sensor Boton de Zamac inductivo				\$ 47.600,00	\$ 141.002,00	\$ 50.000,00
Cilindros Neumaticos	Cilindro para plasticos		Ø=20 mm, Carrera= 80 mm			\$ 230.273,00	\$ 223.398,00	
	Cilindro para ensamble cuerpo plastico y respaldo metalico		Ø=25 mm, carrera=25mm			\$ 246.195,00	\$ 233.929,00	
	Cilindro para ensamble zamac y respaldo		Ø=20 mm, Carrera= 150 mm			\$ 646.953,00	\$ 247.459,00	
	Cilindro de prensado		Ø=80 mm, Carrera= 50 mm			\$ 236.232,00	\$ 801.372,00	
Unidad de Mantenimiento						\$ 363.535,00	\$ 341.801,00	
Valvulas	4 Valvulas 5/2 vias monoestable					\$ 2.948.540,00	\$ 2.699.336,00	
	2 Valvula 2/2 vias					\$ 497.822,00	\$ 500.000,00	
PLC	Controlador Logico Programable			SCHNEIDER-TwDLCAA40DRF		\$ 1.148.582,00	\$ 1.646.600,00	
TOTAL						\$ 8.235.662,00	\$ 7.703.061,80	

Tabla 6 Cotización Maquina ensambladora

## **CAPITULO 2**

### **CALIBRACION DE pH METRO**

## 13 CALIBRACIÓN DE PH METRO

Estos equipos están diseñados para satisfacer las demandas de los diversos trabajos y múltiples ambientes como plantas de producción, planta de químicos, planta de tratamiento de aguas y en este caso el proceso de galvanizado.

El pH es uno de los principales factores que influyen en el buen depósito metálico en determinada superficie. Determina la acidez o alcalinidad de un baño y de él depende que la capa metálica tenga buenas condiciones como adherencia flexibilidad, tono, brillo y dureza

El pH metro termo nos proporciona datos exactos de pH y temperatura y nos facilitan un buen control.

La pantalla nos suministra valores de temperatura, calibración y los parámetros que estamos midiendo.

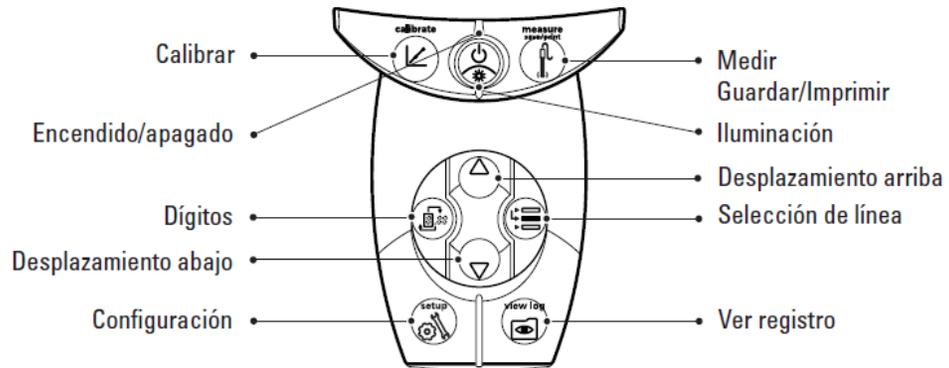


Ilustración 119 Pantalla LCD



Ilustración 120 Visualizador de mediciones

La disposición del teclado permite navegar por las diferentes funciones del medidor y ajustar los valores necesarios para el proceso.



**Ilustración 121 Teclado del equipo de medición**

A continuación se encuentra proporcionada en el manual que explica de manera detallada la función de cada tecla del medidor.

Tecla	Descripción	Tecla	Descripción
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enciende el medidor cuando está apagado.</li> <li>• Activa y desactiva la iluminación de la pantalla cuando el medidor está encendido.</li> <li>• Si el medidor está encendido, al presionarlo  se apaga.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambia el modo de medición en la línea seleccionada.</li> </ul>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambia la línea seleccionada en Setup (Configuración), Methods (Métodos) y Log View (Vista de registro).</li> <li>• Permite editar el valor del dígito que está destellando en Setup (Configuración), Calibration (Calibración) y Password (Contraseña).</li> </ul>
	Mueve la flecha a la izquierda de la pantalla entre las 3 líneas para selección y edición.		Cambia de dígito seleccionado para edición y traslada el punto decimal cuando se modifican valores en Configuración, Password y Calibration.
	<p>Inicia la calibración de la línea y el modo de medición seleccionados.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Si la flecha está en la primera línea y las unidades actuales son pH,  empezará una calibración de pH.</li> <li>• Cada vez que  se presiona en una calibración, el equipo acepta el valor de referencia y se mueve al siguiente punto de calibración hasta ejecutar el número máximo de puntos de calibración; después vuelve al modo de medición.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Imprime y registra una medición en modo continuo o de intervalo de tiempo.</li> <li>• Imprime, registra y congela las operaciones en la pantalla cuando la lectura se estabiliza.</li> <li>• Sale del modo SETUP y vuelve al modo de medición.</li> <li>• Acepta los puntos de calibración y vuelve al modo de medición.</li> </ul>
	<p>Accede al menú SETUP y empieza por la línea y el modo de medición seleccionados:</p> <p>Si la flecha se encuentra en la primera línea y las unidades actuales son ISE,  accederá a la pantalla de configuración de ISE.</p>		Accede a las pantallas LOG View (Vista de registro) y Download (Descargas).
			Enciende y apaga el agitador.

**Ilustración 122 Función detallada del teclado**

### 13.1 Ajuste de calibración

Antes de comenzar la calibración, hay que preparar el electrodo limpiarlo cuidadosamente con agua des ionizada y evitando que queden rastros de algún material o electricidad estática estén presentes en la sonda.



Ilustración 123 Sonda de medición

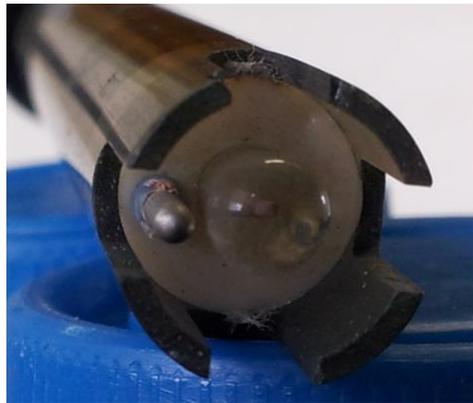


Ilustración 124 Sonda de medición, parte sumergible

Luego de hacer la limpieza de la sonda se procede a conectarla al equipo de medición.

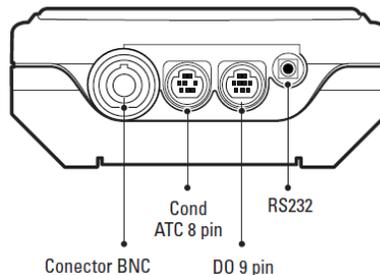


Ilustración 125 Conexión de la sonda y otros tipos de conexión

Luego de tener conectada la sonda, se procede a encender el equipo y buscando la opción de calibración deseada presionando la tecla de navegación.

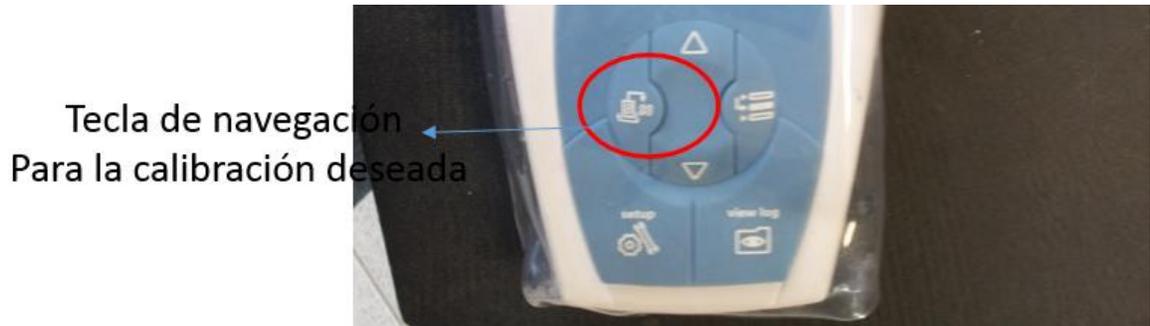


Ilustración 126 Teclado del equipo de medición

Este equipo permite hacer mediciones de diferentes tipos de parámetros.



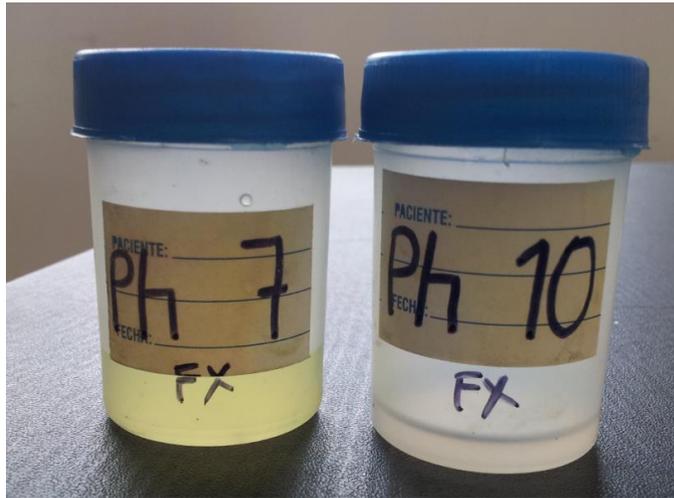
Ilustración 127 Parámetros de medición

A continuación de elegir la opción de medición de pH en el medidor, lo siguiente a realizar es la calibración, por medio del botón de calíbrate se accede a esta función.



Ilustración 128 Tecla de opción para calibrar

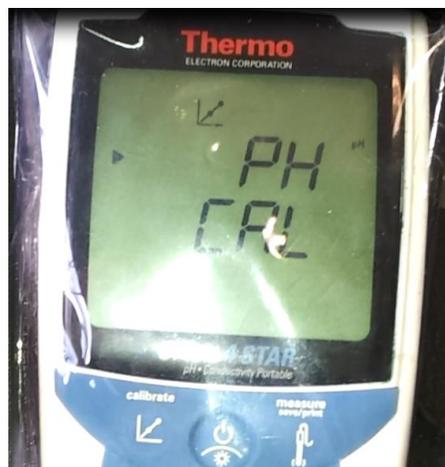
Los valores de las muestras para la calibración deben estar dentro del rango previsto del pH, estos valores de pH de los buffers no deben diferir del rango de una unidad de pH ni en más de cuatro unidades.



**Ilustración 129 Buffers de medición**

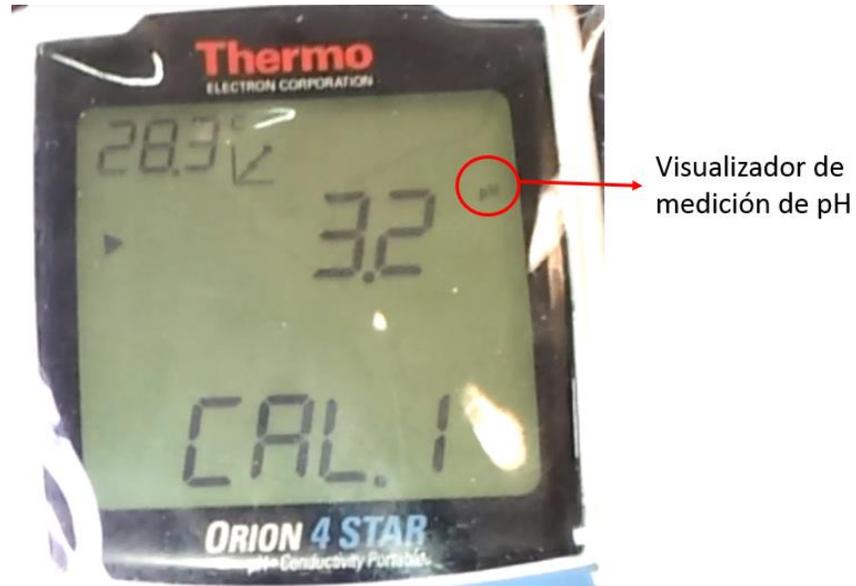
Estos buffers ayudaran a determinar la pendiente del electrodo, las muestras deben cubrir el rango para efectuar la calibración. Esto permite a su vez compensar algún cambio y establece si está en correcto funcionamiento el electrodo y para una correcta calibración los buffers deben estar frescos y lo menos contaminado posible.

Al oprimir la tecla de calibración aparecerá la siguiente pantalla



**Ilustración 130 Pantalla del equipo de medición**

Se sumerge la sonda en el buffer de pH neutro (valor de pH entre 6.86 y 7.01), y se espera hasta que deje de destellar en la pantalla pH.



**Ilustración 131 Pantalla equipo de medición**

En el caso de que el valor visualizado en la pantalla no sea el mismo del buffer de pH neutro (aprox. 7.0) se procede a la opción de modificación del parámetro de manera manual oprimiendo el botón de calibración hasta que aparezca la siguiente pantalla:



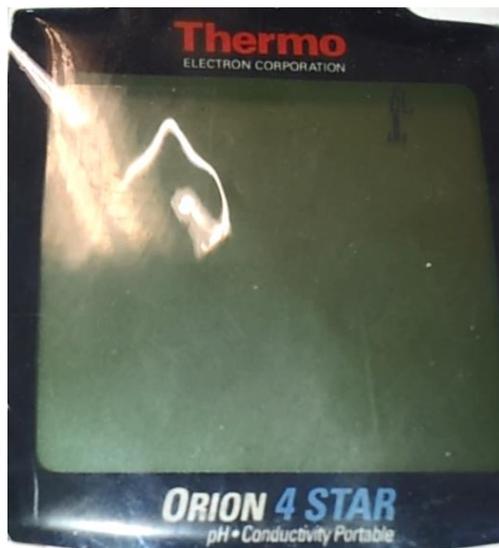
**Ilustración 132 Visualización de modificación de valores**

Para la navegación y modificación de los valores se oprime la tecla de navegación,  y se cuadra según el valor del parámetro del buffer en este caso pH 7.0



**Ilustración 133 Visualización de modificación del parámetro**

Al realizar este punto de calibración, se oprime la tecla de cargar los valores para realizar la comprobación de la calibración del equipo y aparece la siguiente pantalla.



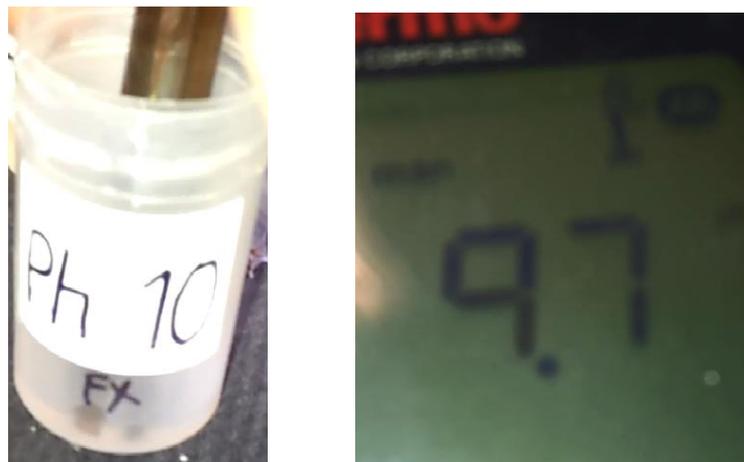
**Ilustración 134 Pantalla cargando datos**

Se realiza nuevamente la limpieza de la sonda con el agua des ionizada y se procede a corroborar los valores de medición.



**Ilustración 135 Valor de medición del buffer luego de la calibración.**

La calibración se puede llevar a cabo con diferentes tipos de buffers para hacer más exacta la medición, en el caso se contaba con un segundo buffer que tiene como valor de pH 10.0.



**Ilustración 136 Visualización de medición de pH 10.0 contaminado**

Como se puede apreciar en la anterior imagen, lo principal es tener muestras frescas para realizar la calibración, ya que esto puede afectar los valores de medición y este buffer ya se encontraba contaminado.

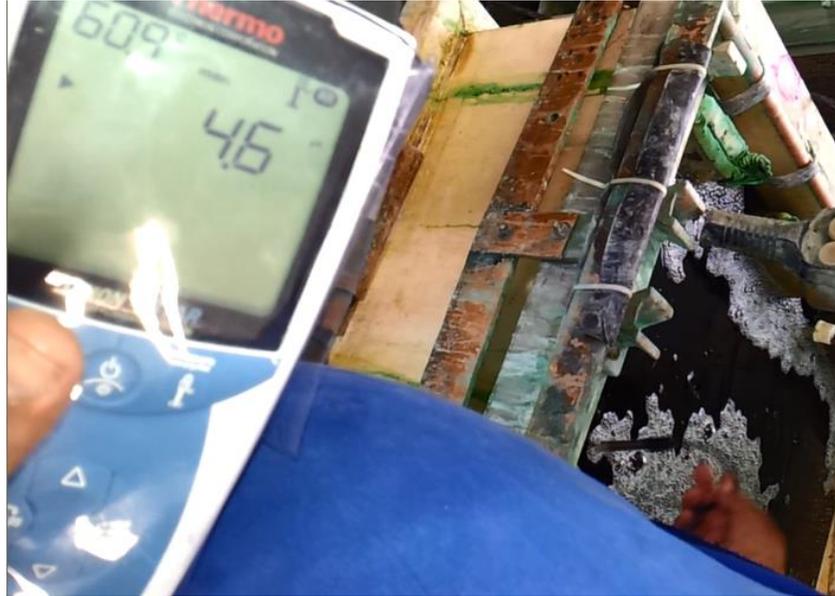
Después de realizar la calibración se procedió a hacer la medición en el proceso de galvanía, como ya se había dicho anteriormente es uno de los principales factores de que tenga buenas condiciones como adherencia flexibilidad, tono, brillo y dureza.



**Ilustración 137 Medición de parámetros en el proceso de galvanía**



**Ilustración 138 Medición de parámetros en el proceso de galvanía**



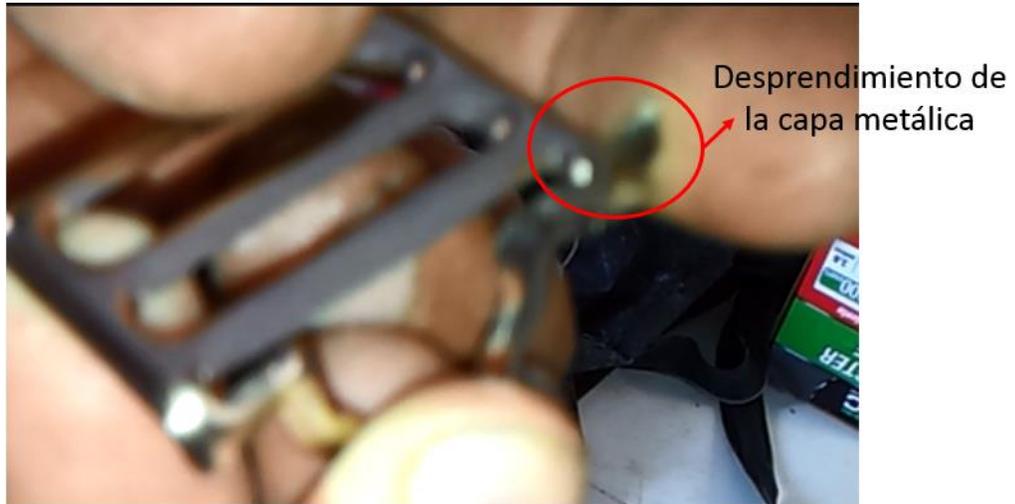
**Ilustración 139** Medición de parámetros en el proceso de galvánica

Luego de sumergir las piezas se realiza el enjuague en agua, al quitar las impurezas del material esta aumenta su acidez o alcalinidad según sea el proceso, como se puede ver a continuación el valor de pH es modificado (valor 7.9).



**Ilustración 140** El valor de pH del agua está entre valores de pH 6 y pH7

Uno de los problemas lo podemos ver en la siguiente imagen, que es el desprendimiento de la capa metálica realizada durante el baño.



**Ilustración 141 Problemas en piezas con medición de pH defectuoso**

**CAPITULO 3**  
**HORNO PARA EL TEMPLE DE ACEROS**

## 14 HORNO PARA EL TEMPLE DE ACEROS

### 14.1 Introducción

En la empresa Fantaxias SAS se vio la necesidad de implementar el proceso de temple para aceros debido a que es un proceso que se realiza continuamente a diferentes clases de materiales y herramientas, al mandar a realizar estas tareas externamente, incrementa el precio de las piezas al ser un proceso de alto costo.

Al contar con la estructura y con algunos materiales necesarios para empezar a realizar el ensamble, se inició con el ensamble y las pruebas de los diferentes dispositivos y analizar las diferentes variables indispensables para la puesta en marcha.



Ilustración 142 Horno para el temple

### **14.2.1 Resumen de los resultados**

Durante el proceso de la práctica se manejó del proyecto de la máquina de botones y alternamente se trabajó en el proceso de funcionamiento y analizar el consumo de un horno eléctrico para el temple de aceros, en la que se probaron diferentes configuraciones tanto en resistencias, como en los componentes del sistema eléctrico, para obtener un adecuado funcionamiento del equipo durante el proceso de tratado de los materiales, sin que corran riesgos tanto los operarios, ni en defectos de las piezas.

Para el proceso de pruebas se dedicó una buena parte del tiempo para revisar el estado de los componentes existentes, y que alcancen la temperatura exigida para el proceso.

Se tuvieron problemas debido a que la acometida eléctrica existente en el área de mantenimiento no soporta la potencia requerida por el sistema total por lo que requirió el trabajo con una sola resistencia, analizando su consumo de corriente y el tiempo que demora el horno en alcanzar una temperatura con esa sola resistencia.

Con estos datos se pudo dimensionar el tipo de conexión y elementos a usar como:

- Calibre del alambre con las características técnicas necesarias.
- Totalizador
- Contactores
- Calibre de cable para la alimentación de las resistencias
- Cerámicas térmicas para el acople del cable con las resistencias
- Controlador de temperatura (Pirómetro)

Este proyecto queda en etapa de compra de los diferentes materiales para la acometida eléctrica diseñada para poder funcionar a su máxima potencia.

### 14.2.2 Metodología



Ilustración 143 Metodología de trabajo en el horno de temple

### ***14.2.3 Descripción del impacto actual o potencial de los resultados***

Fantaxias SAS es una empresa especializada en el manejo de diferentes tipos de materiales como metales, plásticos entre otros, para la fabricación de las piezas para su maquinaria, moldes, y herramientas esenciales para su proceso de producción.

La empresa al ir en su proceso de mejora, busca como mejorar sus procesos, para entregar productos de mejor calidad y que sean rentables para la empresa requirió implementar el proceso de templeado de aceros, para disminuir los costos en la elaboración de herramientas.

## **14.3 Marco Teórico**

### ***14.3.1 Descripción del proceso de temple***

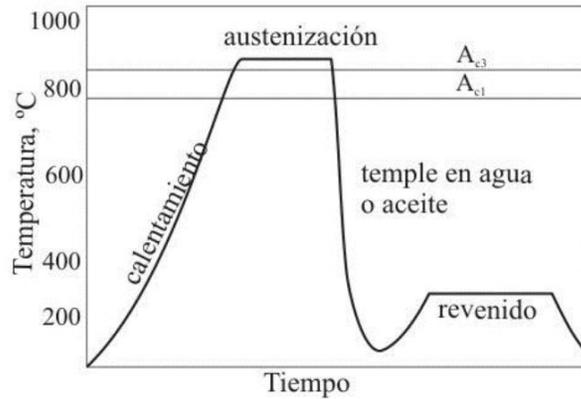
El temple es un tratamiento que se le hace a los aceros en el que se calienta por encima de su punto de transformación, enfriándolo rápidamente con tal de que se produzca un considerable aumento de la dureza, ya sea superficial o hasta el interior de la pieza, en el proceso de enfriamiento la austenita presente en el material se transforma en martensita.

El tipo de tratamiento del acero depende del tipo de material con el motivo de evitar deformaciones y presente fisuras al momento de finalizar el proceso. Con un tratamiento de revenido, permite aliviar las tensiones sin afectar su dureza y haciéndolo menos sensible al envejecimiento.

Este proceso requiere de un precalentamiento, el acero presenta poca conductividad eléctrica a bajas temperaturas, por lo que el calentamiento origina tensiones térmicas y podría presentar deformar las piezas, por esta razón se debe realizar el proceso de precalentamiento lentamente.

Para aceros de herramientas y construcciones mecánicas es necesario precalentar la pieza hasta 400 a 600C cuando la temperatura de tratamiento es menor a 900C. En aceros con una temperatura de tratamiento mayor a los 900C requiere un precalentamiento de 600 a 700C, en aceros que presentan una menor conductividad

térmica como los aceros rápidos es necesario realizar el precalentamiento en dos etapas, la primera etapa en temperaturas entre 300 a 500C y una segunda en 850C.

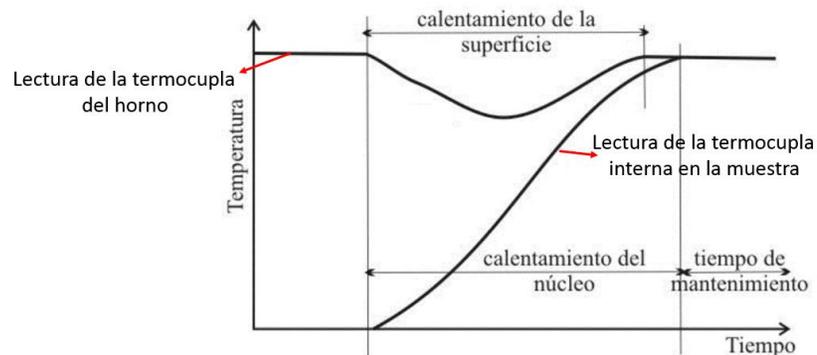


**Ilustración 144 Curso de temperatura en el temple ordinario**

Para el proceso de temple depende del tipo de material y del medio, otro aspecto a tener en cuenta para determinar el tiempo de calentamiento es la forma y las dimensiones de la pieza:

- Tiempo para que la superficie alcance la temperatura del horno
- El tiempo en que la parte interna alcance la temperatura del horno
- Tiempo de precalentamiento para preparar la estructura

Estos datos se pueden obtener mediante la adecuación de una muestra similar a la pieza a tratar, con esto podemos establecer los rango de tiempo para realizar tanto el precalentamiento como la de temple, A esta muestra se le instala una termocupla en el centro para comparar tanto los datos de temperatura en el horno y la temperatura interna de la pieza.



**Ilustración 145 Grafica de proceso de calentamiento**

Durante el enfriamiento ocurren tres fases, la fase de recubrimiento de vapor, la de ebullición y la fase de convección y conducción, en la primera fase la pieza queda rodeada de líquido vaporizado, la segunda es cuando la temperatura de la pieza a descendido lo suficiente produciendo que el líquido entre en ebullición, la tercera fase es cuando la pieza se ha enfriado alcanzado la temperatura de ebullición del líquido.

### **14.3.2 Requerimientos para un buen tratado térmico**

Se conoce como acero tratado térmicamente al acero endurecido por temple, ;a gran variedad de las propiedades de los aceros es en mayor medida consecuencia de la transformación de la ferrita y la austenita en el hierro y los efectos del carbono, generando efectos importantes entre ellos una gran dureza y resistencia mecánica

Recomendaciones:

- Tener un buen acabado superficial
- Respetar las temperaturas de temple y tiempo de inmersión en el baño
- Evitar cambios bruscos de espesores y secciones
- Luego del temple revenir antes de que la pieza llegue a temperatura ambiente
- Analizar el tamaño y la forma de la pieza para su colocación en el baño y en el medio enfriante.

Factores para que la herramienta no tome la dureza requerida

- No calentar la pieza a una temperatura suficientemente elevada
- No enfriar con la rapidez requerida.
- Descarburización de la superficie del metal
- Retención de austenita como resultado de un calentamiento a temperaturas excesivamente altas, o tener metal carburizado

Tratamiento térmico inadecuado puede causar grietas de rectificado debido a:

- Dejar la herramienta en estado de templado sin revenir
- Templar desde una temperatura excesivamente alta
- Procedimiento de revenido incorrecto

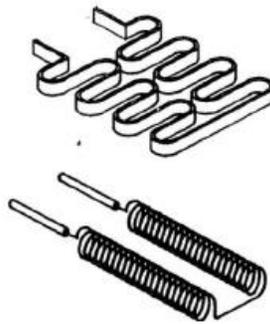
## 14.4 Horno eléctrico

Se conoce como horno a los equipos usados en la industria para el calentamiento o tratamiento de materiales, ya sea para fundir, ablandar, templar entre otros.

Estos hornos pueden tener como fuente de alimentación por gas, electricidad, carbón, etc. En este caso la energía es desprendida por una resistencia eléctrica

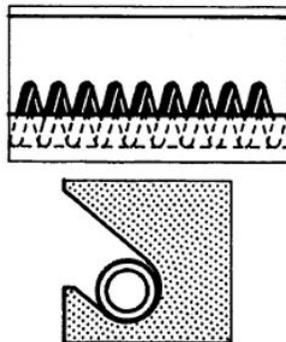
- Resistencia eléctrica de calentamiento

Estas resistencias funcionan de tal forma que cuando es atravesado por una corriente eléctrica se calientan por el efecto Joule, ceden la energía en forma de calor al medio circundante.



**Ilustración 146 Resistencia eléctrica en espiral y de pletina plegada**

El horno posee una distribución de las resistencias en la pared sobre ranuras, esta disposición es económica pero se debe tener en cuenta de que las ranuras deben ser amplias y espaciadas para facilitar la radiación, no menor al radio del espiral



**Ilustración 147 Alambre en espiral sobre ranuras**

Para el horno se contaba con resistencias en espiral de un material llamado kanthal, el cual consiste en una aleación de níquel-cromo existen varios tipos de concentración pero la más común a usar en estos tipos de hornos eléctricos es una concentración de 80% níquel-20% cromo, esta nos permite desprender una temperatura máxima de 1200C, procurando no llevarlas más allá de ese límite porque les puede restar su funcionalidad o cambiar sus propiedades, presenta una gran resistencia a la oxidación en caliente, permite grandes variaciones de temperatura y atmosfera hasta una temperatura de 1150C.

Aleación Ni-Cr	80-20	70-30	60-15	40-20	30-20	20-25
<b>Composición aproximada:</b>						
Ni %	80	70	60	37	30	20
Cr %	20	30	15	18	20	25
Fe %	<1	<1	20	40	45	50
Densidad kg/m <sup>3</sup>	8300	8100	8200	7900	7900	7800
Temperatura de Fusión °C	1400	1380	1390	1390	1390	1380
Temperatura máxima de utilización °C	1200	1250	1150	1100	1100	1050
Calor específico a 20°C kJ/kg*K	0.45	0.45	0.45	0.46	0.5	0.5
Conductividad térmica W/mk a 20°C	15	14	13	13	13	13
Coefficiente dilatación lineal 20-1000°C/°C <sup>-1</sup>	18	18	17	19	19	19
Resistencia a la rotura 20°C N/mm <sup>2</sup>	700	800	700	700	700	700
Resistencia a la rotura 900°C N/mm <sup>2</sup>	100	100	100	120	120	120
Resistencia al creep 800°C N/mm <sup>2</sup>	15	15	15	20	20	20
Resistencia al creep 1000°C N/mm <sup>2</sup>	4	4	4	4	4	4

**Tabla 7 Propiedades de las aleaciones de Ni-Cr**

- Terminales y conexiones

Tienen como objetivo realizar la unión eléctrica y mecánica entre las resistencias del horno y los cables de conexión de la acometida, permitiendo el paso de corriente eléctrica a través del aislamiento térmico, unión eléctrica y mecánica resistiendo las temperaturas de operación y la unión eléctrica con la fuente de alimentación.



**Ilustración 148 Conexión de los terminales**

## 14.5 Pruebas del sistema del horno eléctrico

La fase de pruebas comprendió diferentes etapas:

- Primera etapa

Se realizó el montaje de la resistencia directamente a la alimentación, para saber su resistencia eléctrica en ohms. Se realizó un rectificador de media onda, para poder controlar la potencia y poder trabajar con la acometida existente en el área de mantenimiento.

Con esto se pudo hallar el valor de corriente por medio de una pinza amperimétrica.

Sabiendo:

$$V = I * R$$

Donde:

- V es voltaje en volts.
- I es corriente en amperes.
- R es el valor de la resistencia en ohm.

Despejando R:

$$R = \frac{V}{I}$$

Entonces conociendo los valores de voltaje y corriente obtenemos:

$$R = \frac{220V}{30Amp.} = 7.3 \Omega$$

- Segunda etapa

Se realizó las pruebas del funcionamiento del sensor (termocupla) y Controlador de temperatura (pirómetro).

Primero se revisó el pirómetro adecuado para el horno, comparándolo con uno que se encontraba en funcionamiento y calibrado y un multímetro, permitiendo descartarlo debido a que no registraba los valores que daban los otros equipos se realizó el proceso con diferentes sensores, luego se contó con un equipo que se encontraba en almacén para trabajarlo e instalarlo en el horno, se volvió a realizar el proceso de comparación y comprobando que daban similares mediciones los tres equipos.



**Ilustración 149 Pirómetro descartado**

Luego de realizar las pruebas al pirómetro, se realizó las pruebas al sensor (termocupla tipo k), al no contar con otro sensor y el visualizador aparte del usado en el horno debido a que se instaló a una máquina de la planta, se trabajó en los laboratorios de la universidad, para las pruebas se contó con el software de medición SIPROM y un termocupla tipo J, este sensor permite hacer medición en un menor rango (hasta 800C) se bajó la potencia de alimentación para no exceder el valor de temperatura máxima del sensor.

Se pudo notar que el valor que proporcionaba la termocupla no era confiable, dado a que el rango registrado era diferente al del software.

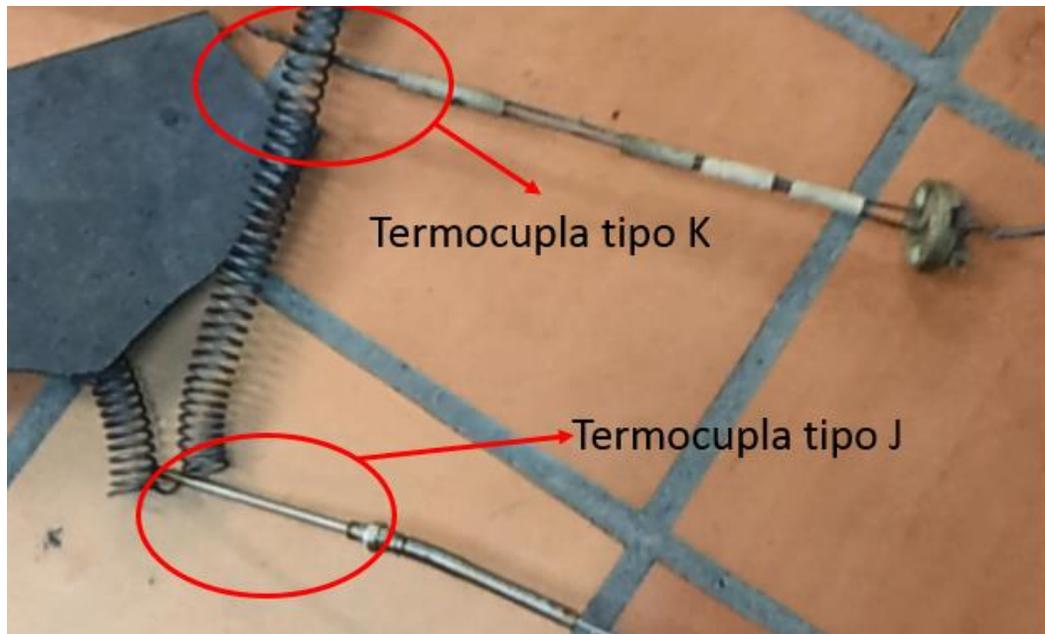


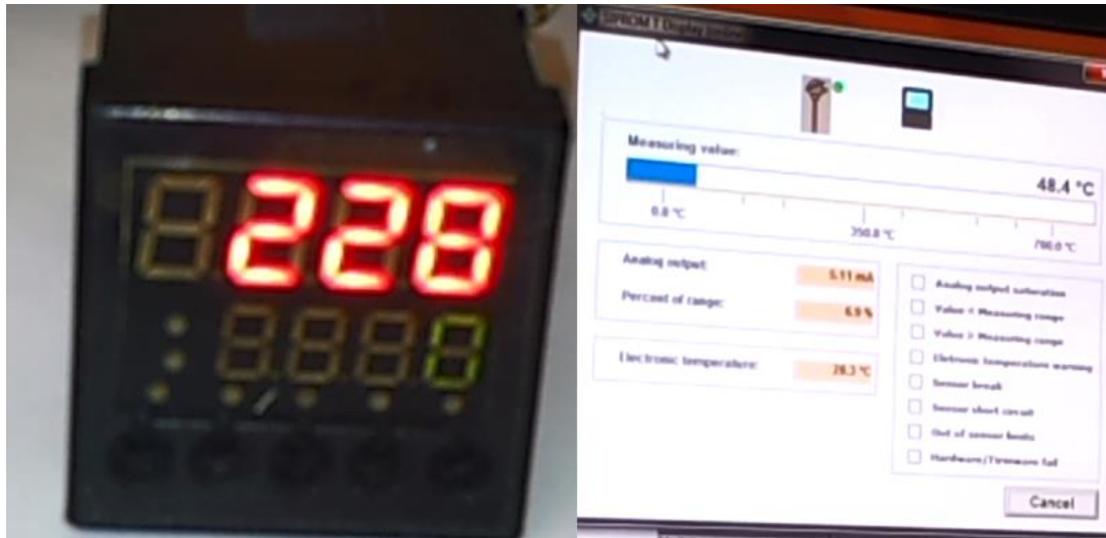
Ilustración 150 Termocuplas de prueba

La termocupla tipo k está conectada al pirómetro y la tipo J al SIPROM, a continuación se puede observar la diferencia de lecturas presentadas al momento de la medición.



Ilustración 151 Temperatura en los visualizadores  
Izquierda valor erróneo. Derecha lectura real

Para descartar lecturas erradas de los visualizadores se hizo el intercambio de Termocuplas con su respectiva configuración en el controlador de temperatura y en el software, confirmando el error en la lectura del sensor



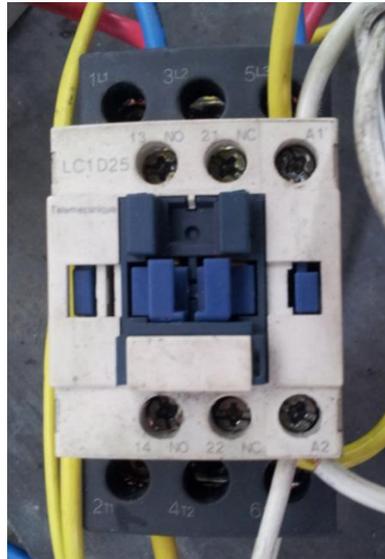
**Ilustración 152 Temperatura en los visualizadores**  
Izquierda valor real. Derecha lectura errónea

Se informó del problema del sensor y facilitaron el uso de otro sensor para la adecuación al horno, se procedió a realizar el mismo proceso con la nueva termocupla.



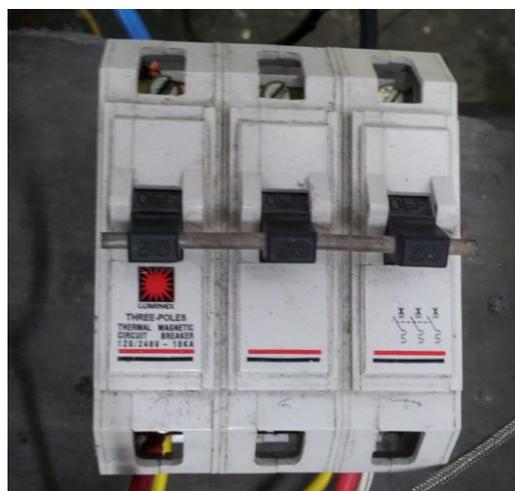
**Ilustración 153 Medición con la nueva termocupla tipo K**

Al comprobar que los equipos estaban dando los valores reales del sistema, se instalaron al horno de temple, el controlador de temperatura por medio de una salida a relé a 2 amperes y el sistema requería de una mayor potencia, se utilizó esta salida para activar un contactor.



**Ilustración 154 Contactor de 40 amperes**

También se instaló un totalizador de menor potencia que el del sistema de alimentación del área de mantenimiento para evitar, apagar equipos y maquinaria que se encontraran en uso.



**Ilustración 155 Totalizador de protección**



**Ilustración 156 Cavity interior del horno**

Derecha Distribución de resistencias en las paredes, Izquierda posición de la termocupla

Como anteriormente se había comentado las pruebas se realizaron con una sola resistencia, debido a la potencia permisible de la instalación eléctrica.



**Ilustración 157 Resistencia para pruebas**

A continuación se realizó la lectura de valores de consumo de la sola resistencia.



**Ilustración 158 Voltaje de alimentación**



**Ilustración 159 Corriente con una sola resistencia**

Luego de aproximadamente 30 minutos la temperatura de la resistencia en el horno alcanzo su temperatura máxima de operación (1204C).

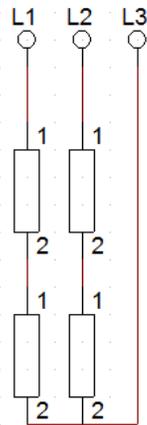


**Ilustración 160 Resistencia en el horno**



**Ilustración 161 Temperatura de la resistencia en el horno**

Se realizaron distintas configuraciones de resistencias conexión tipo Y, conexión en paralelo, pero el totalizador no permite el uso de dicha cantidad de corriente, también se probó conectando dos resistencias en serie y estas a su vez con dos resistencias en serie en paralelo (Ilustración 160) pero disminuyó drásticamente su eficiencia alcanzando una temperatura de 600C en una hora.



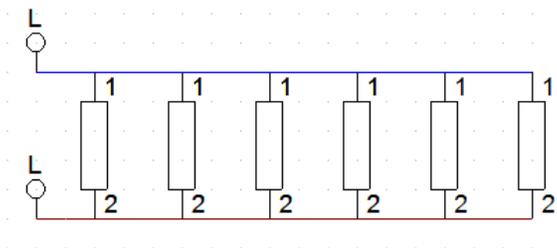
**Ilustración 162 Configuración de resistencias**

### Consumo del horno

Con las pruebas anteriormente realizadas y con el conocimiento de los valores de corriente y voltaje se procede a hallar la potencia y el consumo eléctrico del horno.

Voltaje aprox. 220Volts; Corriente aprox. 30 amperes.

Sabiendo que se va hacer la conexión de las seis resistencias en paralelo, la alimentación va a seguir siendo de 240V, pero el consumo de corriente va a ser seis veces mayor.



**Ilustración 163 Configuración de resistencias en paralelo**

Sabiendo que:

$$P = \sqrt{3} * V * I * \text{Cos } \emptyset$$

Donde:

- P es potencia (W)
- V es voltaje (V)
- I es corriente (A)
- $\emptyset$  es el factor de potencia

$$I = 30 \text{ amperes} * \# \text{ Resistencias} = 30 * 6 = 180 \text{ amperes}$$

Entonces:

$$P = \sqrt{3} * 240 \text{ V} * 180 \text{ A} * \text{Cos} (0.9) = 74815.3 \text{ W aprox } 74.82 \text{ Kw}$$

Luego de tener el valor de potencia se multiplica por el número de horas que va a estar en funcionamiento el horno.

$$\text{Kwh} = \text{Potencia} * \# \text{ horas de uso} = 74.82 \text{kw} * 4 \text{h}$$

$$\text{Kwh} = 299.26 \text{ kw en 4 horas}$$

Ahora teniendo:

$$C = \text{kwh} * \$\text{kwh}$$

Donde:

- C= Total consumido en pesos en el tiempo de uso
- Kwh= Potencia consumida en cuatro horas
- \$Kwh= Valor del kilowatt la hora

$$\text{➤ Consumo total} = 299.26 \text{kwh} * \$400 = \$119.704$$

## Acometida eléctrica

Para la acometida eléctrica, el parámetro principal a tener en cuenta es el valor de la corriente.

- Selección del conductor

En nuestro caso el valor de corriente es de 172.2 aproximando a 180 amperes eligiendo de calibre AWG 3/0 ya que cumple con los requerimientos.

Calibre AWG kCM	Número de Hilos	Diámetro Conductor mm	Espesor del Aislamiento mm	Diámetro Exterior c/Aislamiento mm	Área Sección Transversal mm <sup>2</sup>	Cap. de Conducción Corriente Amperes			Resistencia Ω/km 20°C C.D.	Peso Aproximado kg/100 m
						Aire	Cond.	Charola		
Alambres										
14	1	1.62	0.76	3.14	2.082	30			8.28	2.74
12	1	2.05	0.76	3.57	3.307	40			5.21	4.00
10	1	2.58	0.76	4.11	5.260	55			3.28	5.93
8	1	3.26	1.14	5.54	8.367	70			2.06	9.94
Cables										
20	7	0.92	0.76	2.44	0.517		7	7	33.9	1.11
18	7	2.93	0.76	2.68	0.832		10	10	21.4	1.48
16	7	3.70	1.14	2.98	1.307		20	25	13.5	2.05
14	7	1.85	0.76	3.37	2.082		25	30	8.45	2.93
12	7	2.33	0.76	3.85	3.307		30	40	5.32	4.28
10	7	2.93	0.76	4.45	5.260		40	55	3.34	6.36
8	7	3.70	1.14	5.98	8.367		50	70	2.10	10.61
6	7	4.67	1.52	7.71	13.300		70	100	1.32	17.17
4	7	5.88	1.52	8.92	21.150		90	135	0.832	25.54
2	7	7.42	1.52	10.46	33.620		120	180	0.523	38.55
1/0	19	9.15	2.03	13.21	53.480		155	245	0.329	62.33
2/0	19	10.27	2.03	14.33	67.430		185	285	0.261	76.82
3/0	19	11.53	2.03	15.59	85.010		210	330	0.207	94.95
4/0	19	12.95	2.03	17.01	107.20		235	385	0.164	117.63
250	37	14.62	2.41	19.44	126.70		270	425	0.139	141.12
300	37	16.01	2.41	20.83	152.00		300	480	0.116	166.95
350	37	17.29	2.41	22.11	177.30		325	530	0.0992	192.75
400	37	18.49	2.41	23.31	202.70		360	575	0.0868	218.49

NOTA: SON VALORES APROXIMADOS SUJETOS A TOLERANCIAS DE MANUFACTURA.

Tabla 8 Tabla de conductores

- Totalizador

Para el totalizador se seleccionó la referencia EZC250N-TMD-220A de tres polos de la marca Schneider



**Ilustración 164 Totalizador a 200 amperes**

- Contactor

El contactor seleccionado para el manejo de la potencia por medio del pirómetro es la referencia LC1D115



**LC1-D115●●**

**Ilustración 165 Contactor a 200 amperes**

Para la conexión después del contactor se seleccionó regleta cerámicas, y cable AWG 10 siliconado que soporta la corriente que llega a cada una de las resistencias, como también la temperatura que alcanza a llegar los terminales.

Calibre AWG kCM	Número de Hilos	Diámetro Conductor mm	Espesor del Aislamiento mm	Diámetro Exterior o/Aislamiento mm	Área Sección Tranversal mm <sup>2</sup>	Cap. de Conducción Corriente Amperes			Resistencia Ω/km 20°C C.D.	Peso Aproximado kg/100 m
						Aire	Cond.	Charola		
<b>Alambres</b>										
14	1	1.62	0.76	3.14	2.082	30			8.28	2.74
12	1	2.05	0.76	3.57	3.307	40			5.21	4.00
10	1	2.58	0.76	4.11	5.260	55			3.28	5.93
8	1	3.26	1.14	5.54	8.367	70			2.06	9.94
<b>Cables</b>										
20	7	0.92	0.76	2.44	0.517		7	7	33.9	1.11
18	7	2.93	0.76	2.68	0.832		10	10	21.4	1.48
16	7	3.70	1.14	2.98	1.307		20	25	13.5	2.05
14	7	1.85	0.76	3.37	2.082		25	30	8.45	2.93
12	7	2.33	0.76	3.85	3.307		30	40	5.32	4.28
10	7	2.93	0.76	4.45	5.260		40	55	3.34	6.36
8	7	3.70	1.14	5.98	8.367		50	70	2.10	10.61
6	7	4.67	1.52	7.71	13.300		70	100	1.32	17.17
4	7	5.88	1.52	8.92	21.150		90	135	0.832	25.54
2	7	7.42	1.52	10.46	33.620		120	180	0.523	38.55
1/0	19	9.15	2.03	13.21	53.480		155	245	0.329	62.33
2/0	19	10.27	2.03	14.33	67.430		185	285	0.261	76.82
3/0	19	11.53	2.03	15.59	85.010		210	330	0.207	94.95
4/0	19	12.95	2.03	17.01	107.20		235	385	0.164	117.63
250	37	14.62	2.41	19.44	126.70		270	425	0.139	141.12
300	37	16.01	2.41	20.83	152.00		300	480	0.116	166.95
350	37	17.29	2.41	22.11	177.30		325	530	0.0992	192.75
400	37	18.49	2.41	23.31	202.70		360	575	0.0868	218.49

NOTA: SON VALORES APROXIMADOS SUJETOS A TOLERANCIAS DE MANUFACTURA.

**Tabla 9 Tabla de conductores**

## COTIZACION

material	Electroriente Schneider schneider -Precio	Refrielectricos chint - Precio	Casa hermes LG - Precio	Electroresistencias chint - Precio	Distribuciones J.E ABB- Precio	Resistencias del oriente Precio	Full electric Schneider- Precio	Punto electrico chint-Precio
totalizador	\$ 220.700,00	\$ 120.000,00	\$ 305.000,00	\$ 140.000,00	\$ 226.336,00		\$ 308.500,00	\$ 190.000,00
contactor	\$ 869.000,00	\$ 350.000,00	\$ 990.000,00	\$ 420.000,00	\$ 266.810,00			\$ 348.000,00
cable AWG 3/0 para 200amp x m		\$ 22.000,00			\$ 18.534,00		\$ 21.500,00	\$ 23.000,00
cable AWG 10 30 amp x m				\$ 6.000,00		\$ 5.500,00		
Diodo de 200 amp			\$ 105.000,00					\$ 95.000,00
6 Losas de acople				\$ 27.000,00		\$ 21.000,00		

**Tabla 10 Cotización equipos para horno de fundición**

## 15 CONCLUSIONES

- Se realizó un nuevo diseño al sistema de ordenamiento de botones de zamac, que permitiera hacer la selección de diferentes dimensiones de circunferencia de botón con una pequeña modificación al mecanismo, en este caso el intercambio de un anillo que los clasifica y ordena, para alimentar el proceso de ensamblaje.
- Se analizó el proceso de ensamble de las piezas y se observó que el sistema propuesto anteriormente y se encontraron fallas que se podían presentar en la unión de las piezas y que podían dañar el sincronismo necesario para el correcto funcionamiento, para solucionar estos problemas se presentó la propuesta de un nuevo sistema de guías y de dosificadores en la nueva configuración de la máquina.
- Se realizó la selección de materiales que se consiguen comercialmente y que se adecuan al sistema de ensamble, para permitir una fácil construcción, durabilidad y un mantenimiento sencillo.
- Se realizó el mecanizado de las modificaciones a los sistemas de ordenamiento de las piezas plásticas y de los respaldos metálicos, en este caso a las guías semicirculares y los tambores, comprobando su correcto funcionamiento en la selección y clasificación.
- Se realizó la calibración del equipo de medición de pH que se encontraba en desuso por buen tiempo, este equipo permite la medición de una manera más exacta según la calidad de los buffers de calibración, a diferencia de las tiras de pH que dependen de la percepción de color del usuario para obtener dicho valor. Este equipo permite disminuir defectos en el baño de capa metálica como el desprendimiento o la falta de tonalidad.
- El pH es uno de los principales factores que influyen en el buen depósito metálico en determinada superficie. Determina la acidez o alcalinidad de un baño y de él depende que la capa metálica tenga buenas condiciones como adherencia flexibilidad, tono, brillo y dureza

- Se realizaron pruebas a los diferentes materiales que estaban dispuestos para la construcción de un horno de temple, encontrando defectuoso el sensor (termocupla tipo K) y controlador de temperatura (pirómetro), cuando se contó con otros dispositivos se procedió a probarlos y a revisar si las resistencias alcanzaban la temperatura ideal para el temple de aceros, durante este transcurso se vieron problemas con la acometida eléctrica, la cual no suministraba la suficiente potencia para el trabajo de las seis resistencias instaladas, por lo que se trabajó con lo máximo permitido por esta restricción (una resistencia con un rectificador de media onda), con esto se obtuvieron los valores de consumo tanto eléctrico como en pesos del horno y los necesarios para el diseño de la acometida eléctrica para su funcionamiento al 100%; para el control de temperatura, por medio del pirómetro se implementó un control PID por autotuning con un periodo de muestreo determinado para establecer los rangos de temperatura.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Nicolás Moreno Martínez, Informe técnico práctica empresarial en Fantaxias S.A.S.- UNAB; Bucaramanga 2013.
- [2] Tomas López Navarro. Troquelado y Estampación con aplicación al punzado, doblado, embutición y extrusión (4ª Edición) BARCELONA: Gustavo Gill, S.A.
- [3] Sumitec. Suministros técnicos S.A. Características de los Materiales  
Disponible en:  
[http://www.sumiteccr.com/navegadores/esp/productos\\_esp2.shtml](http://www.sumiteccr.com/navegadores/esp/productos_esp2.shtml)
- [4] Sumitec. Suministros técnicos S.A. Características de los Materiales  
Disponible en:  
[http://www.sumiteccr.com/navegadores/esp/productos\\_esp2.shtml](http://www.sumiteccr.com/navegadores/esp/productos_esp2.shtml)
- [5] Diagramas de contactos LADDER. Instrumentación y comunicaciones industriales  
Disponible en:  
<http://www.ing.unlp.edu.ar/electrotecnia/procesos/apuntes/Diagrama%20Escalera.pdf>
- [6] Festo, técnica motriz neumática y eléctrica  
Disponible en:  
[http://www.festo.com/cms/es-co\\_co/index.html](http://www.festo.com/cms/es-co_co/index.html)
- [7] Robert L. Mott, P.E. Diseño de elementos de máquinas (2a Edición) México: Prentice Hall Hispanoamérica S.A.
- [8] Schneider Electric, EQUIPOS DE AUTOMATIZACION  
Disponible en:  
<http://www.schneider-electric.com.co/sites/colombia/es/empresa/empresa.page>
- [9] Thermo Electron Corporation, Orión Star Medidor serie Manual de usuario
- [10] Martin Herrejón Escutia, Diseño y construcción de un horno de recalentamiento con forma cilíndrica, Tesis para obtener título de ingeniero Mecánico
- [11] Horno y resistencias para calentamiento.pdf
- [12] Tablas e información sobre el material de resistencias Kanthal; [www.fabrestel.cl](http://www.fabrestel.cl)

## **ANEXOS**

### **ANEXO A**

- Planos: Mecanismo ordenador de cuerpos plásticos, Cuerpo plástico
- Diseño del mecanismo ordenador de piezas plásticas y del cuerpo plástico en Solidworks (DIGITAL)
- Imágenes del ordenador modificado (DIGITAL)

### **ANEXO B**

- Planos: Mecanismo ordenador de respaldo metálico, Respaldo metálico
- Diseño del mecanismo ordenador y del respaldo metálico en Solidworks (DIGITAL)
- Imágenes del ordenador modificado (DIGITAL)

### **ANEXO C**

- Planos: Mecanismo ordenador de botones de zamac, Botón de zamac
- Diseño del mecanismo ordenador y del botón de zamac en Solidworks (DIGITAL)
- Imágenes del ordenador a modificar (DIGITAL)

### **ANEXO D**

- Planos: Guía de descenso de las piezas, gancho dosificador y de la guía central
- Diseño de las guías de descenso, gancho dosificador y la guía central en Solidworks (DIGITAL)
- Imágenes del gancho dosificador modificado (DIGITAL)

### **ANEXO E**

- Cilindros neumáticos en Solidworks (DIGITAL)
- Planos: elementos neumáticos
- Datasheet de cilindros neumáticos

#### **ANEXO F**

- Datasheet de la instrumentación seleccionada

#### **ANEXO G**

- Datasheet del PLC seleccionado
- Lógica neumática de la maquina (DIGITAL)
- Lógica GRAFCET (DIGITAL)
- Programación del PLC (DIGITAL)

#### **ANEXO H**

- Imágenes y videos de la calibración del equipo de medición de pH (DIGITAL)
- Manual de usuario para la calibración del equipo

#### **ANEXO I**

- Imágenes y videos de pruebas del horno (DIGITAL)
- Datasheet de los elementos para la acometida eléctrica