



Facultad de Ingeniería  
Carrera de Ingeniería Industrial

Tesis:

**“Aplicación de QRM para reducir el tiempo de entrega del proceso de fabricación de una máquina plastificadora en una empresa metalmecánica”**

Autores:

Katherine Emilia Camacho Sánchez  
Jenner José Saavedra Rosales

Para obtener el Título Profesional de  
**Ingeniero Industrial**

Asesor: Ing. Yeimy Salvatierra García

Lima, diciembre 2020

## DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo a nuestras familias y todas las personas involucradas en nuestro desarrollo personal y profesional, a quienes nos brindaron apoyo y soporte durante el desarrollo del presente trabajo de investigación.

## AGRADECIMIENTO

A Dios por darnos las fuerzas para perseverar y conseguir nuestras metas.

A nuestra familia y nuestros profesores quienes nos brindaron las herramientas necesarias en conocimiento y formación para desarrollarnos profesionalmente.

## INDICE

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>II</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>III</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>12</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>14</b>
<b>PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>16</b>
<b>1.1 Planteamiento del problema .....</b>	<b>17</b>
<b>1.2 Formulación del Problema .....</b>	<b>19</b>
1.2.1 Problema General.....	19
1.2.2 Problemas Específicos .....	19
<b>1.3 Objetivos.....</b>	<b>20</b>
1.3.1 Objetivo General.....	20
1.3.2 Objetivos Específicos.....	20
<b>1.4 Hipótesis.....</b>	<b>20</b>
1.4.1 Hipótesis General .....	20
1.4.2 Hipótesis Específicas.....	20
<b>1.5 Justificación e Importancia .....</b>	<b>21</b>
<b>1.6 Limitaciones .....</b>	<b>22</b>
<b>1.7 Alcance .....</b>	<b>22</b>
<b>CAPÍTULO 2.....</b>	<b>23</b>
<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>23</b>
<b>2.1 Antecedentes de la Investigación .....</b>	<b>24</b>
<b>2.2 Bases Teóricas.....</b>	<b>29</b>
2.2.1 Metodología Quick Response Manufacturing (QRM).....	29
2.2.2 Historia.....	30
2.2.3 Características.....	31
2.2.4 Núcleos QRM .....	32
2.2.5 <b>POLCA</b> .....	34
2.2.5.1 Definición.....	34
2.2.5.2 Características.....	34
2.2.5.3 Beneficios.....	35
2.2.5.4 Conceptos claves.....	35
2.2.5.5 Implementación de POLCA.....	43
2.2.6 <b>Herramientas de soporte al QRM</b> .....	44
2.2.7 <b>Tiempo de entrega</b> .....	46
<b>2.3 Definición de términos.....</b>	<b>47</b>
<b>CAPÍTULO 3.....</b>	<b>48</b>
<b>MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>48</b>

<b>3.1 Variables</b> .....	<b>49</b>
3.1.1 Operacionalización de las variables .....	49
<b>3.2 Tipo de investigación</b> .....	<b>50</b>
<b>3.3 Diseño de investigación</b> .....	<b>50</b>
<b>3.4 Enfoque de investigación</b> .....	<b>50</b>
<b>3.5 Técnicas e instrumentos de recolección, procesamiento y análisis de datos</b> .....	<b>51</b>
<b>3.6 Validación y confiabilidad de los instrumentos</b> .....	<b>51</b>
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>53</b>
<b>METODOLOGÍA PARA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA</b> .....	<b>53</b>
<b>4.1 Análisis de la situación actual (Diagnostico de la empresa)</b> .....	<b>54</b>
4.1.1 Mapa de procesos .....	55
4.1.2 Clientes .....	58
4.1.3 Productos .....	58
4.1.4 Maquina plastificadora (Sujeto de estudio).....	61
<b>4.2 Planteamiento de alternativas de solución</b> .....	<b>62</b>
4.2.1 Quick Response Manufacturing (QRM) .....	62
4.2.2 SIX SIGMA.....	63
4.2.3 Time Based Competition (TBC).....	64
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>65</b>
<b>JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ESCOGIDA</b> .....	<b>65</b>
5.1 Justificación .....	66
5.2 Selección de la metodología .....	67
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>68</b>
<b>IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA</b> .....	<b>68</b>
<b>6.1 Diagnóstico</b> .....	<b>69</b>
6.1.1 Manufacturing Critical-Path Time (MCT).....	70
6.1.2 SIPOC.....	70
6.1.3 Diagrama de hilos.....	71
6.1.4 Genchi Genbutsu.....	73
<b>6.2 Análisis</b> .....	<b>76</b>
6.2.1 Diagrama de Ishikawa .....	76
6.2.2 Diagrama de Pareto.....	78
<b>6.3 Mejora</b> .....	<b>81</b>
6.3.1 Visual Board.....	83
6.3.2 5 S .....	84
6.3.3 POLCA.....	95
6.3.1.1 FASE 1: Analizar: Realizar una evaluación previa de POLCA.....	95
6.3.1.2 FASE 2: Planificar: Diseño de SISTEMA POLCA .....	97
6.3.1.3 FASE 3: Ejecutar: Lanzamiento de la implementación de POLCA .....	107

6.3.1.4 FASE 4: Controlar: Mejora continua y lecciones aprendidas.....	110
6.3.4 Poka Yoke .....	113
CAPITULO 7:.....	119
ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	119
7.1 Estimación de resultados.....	120
<b>CAPÍTULO 8.....</b>	<b>128</b>
<b>IMPACTO ECONÓMICO .....</b>	<b>128</b>
8.1 Costos por la implementación de VISUAL BOARD.....	129
8.2 Costos por la implementación de POLCA .....	131
8.3 Costos por la implementación de 5 S.....	133
8.4 Costos por la implementación de POKA YOKE.....	135
8.5 Resumen de los Costos totales de implementación.....	137
8.6 COK.....	138
8.7 Proyección de flujos .....	138
8.7.1 Escenario Pesimista.....	140
8.7.2 Escenario Moderado (Actual).....	142
8.7.3 Escenario Optimista .....	144
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>147</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>149</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>150</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>154</b>
ANEXO 1: Encuesta de satisfacción al cliente .....	155
ANEXO 2: Matriz de consistencia.....	157
ANEXO 3: Matriz de Operacionalización.....	158
ANEXO 4: Diagrama de flujo .....	159
ANEXO 5: Diagrama de Hilos.....	160
ANEXO 6: Cuestionario (Voz del proceso).....	161
ANEXO 7: VISUAL BOARD 1 .....	163
ANEXO 7: VISUAL BOARD 2.....	164
ANEXO 8: Evaluación del Sistema POLCA.....	165
ANEXO 9: Indicadores .....	168
ANEXO 10: Costo de las capacitaciones externas.....	174

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1: Validación del instrumento de medición .....</b>	<b>52</b>
<b>Tabla 2: Productos de la empresa .....</b>	<b>59</b>
<b>Tabla 3: Ventas de máquinas en el año 2019.....</b>	<b>60</b>
<b>Tabla 4: Tabla de incumplimiento de entrega de la máquina plastificadora (2014-2018).....</b>	<b>60</b>
<b>Tabla 5: Criterios de Ventaja Competitiva.....</b>	<b>66</b>
<b>Tabla 6: Ponderación para la matriz de priorización.....</b>	<b>67</b>
<b>Tabla 7: Matriz de priorización .....</b>	<b>67</b>
<b>Tabla 8: SIPOC de la fabricación de la plastificadora .....</b>	<b>71</b>
<b>Tabla 9: Voz del Proceso .....</b>	<b>76</b>
<b>Tabla 10: Parámetros para analizar las causas del Diagrama de Ishikawa ....</b>	<b>78</b>
<b>Tabla 11: Tabla relación de las causas con áreas de trabajo.....</b>	<b>79</b>
<b>Tabla 12: Posibles causas del problema.....</b>	<b>80</b>
<b>Tabla 13: Matriz de evaluación de criterios.....</b>	<b>81</b>
<b>Tabla 14: Matriz de determinación de herramientas de mejora .....</b>	<b>82</b>
<b>Tabla 15: Relación de causas priorizadas y Técnicas de solución QRM .....</b>	<b>83</b>
<b>Tabla 16: Costos tangibles del Visual Board .....</b>	<b>129</b>
<b>Tabla 17: Costos intangibles del Visual Board.....</b>	<b>130</b>
<b>Tabla 18: Costos tangibles de POLCA .....</b>	<b>131</b>
<b>Tabla 19: Costos intangibles de POLCA .....</b>	<b>132</b>
<b>Tabla 20: Costos tangibles de las 5 S.....</b>	<b>133</b>
<b>Tabla 21: Costos intangibles de las 5 S .....</b>	<b>134</b>
<b>Tabla 22: Costos tangibles del POKA YOKE.....</b>	<b>135</b>
<b>Tabla 23: Costos intangibles de POKA YOKE .....</b>	<b>136</b>
<b>Tabla 24: Costos totales tangibles de las herramientas de soporte del QRM .....</b>	<b>137</b>
<b>Tabla 25: Costos totales intangibles de las herramientas de soporte del QRM .....</b>	<b>138</b>
<b>Tabla 26: Escenarios y demanda para la proyección de flujos .....</b>	<b>139</b>
<b>Tabla 27: Proyección de ventas de las máquinas plastificadoras en el escenario Pesimista.....</b>	<b>140</b>

<b>Tabla 28: Flujo de ahorro proyectado en el escenario Pesimista .....</b>	<b>141</b>
<b>Tabla 29: Proyección de ventas de las máquinas plastificadoras en el escenario Moderado .....</b>	<b>142</b>
<b>Tabla 30: Flujo de ahorro proyectado en el escenario Moderado.....</b>	<b>143</b>
<b>Tabla 31: Proyección de ventas de las máquinas plastificadoras en el escenario Optimista .....</b>	<b>144</b>
<b>Tabla 32: Flujo de ahorro proyectado en el escenario Optimista .....</b>	<b>145</b>
<b>Tabla 33: Aproximación de escenarios .....</b>	<b>146</b>
<b>Tabla 34: Resultados de encuesta de satisfacción (C=cliente, P=Pregunta) .....</b>	<b>156</b>



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1: Ventas de las máquinas plastificadoras en la empresa.....</b>	<b>18</b>
<b>Figura 2: Tiempo promedio de entrega de las máquinas plastificadoras .....</b>	<b>18</b>
<b>Figura 3: Historia de QRM. Fuente: QRM Institute .....</b>	<b>30</b>
<b>Figura 4: Ejemplo de MCT, Fuente (Suri,2010).....</b>	<b>32</b>
<b>Figura 5: CADENA POLCA .....</b>	<b>36</b>
<b>Figura 6: Esquema de trabajo de la CELDA DE PLANIFICACIÓN.....</b>	<b>37</b>
<b>Figura 7: Esquema del Tiempo de decisión.....</b>	<b>38</b>
<b>Figura 8: Diagrama de flujo para el uso de las tarjetas.....</b>	<b>40</b>
<b>Figura 9: BUCLE POLCA .....</b>	<b>43</b>
<b>Figura 10: Implementación POLCA.....</b>	<b>44</b>
<b>Figura 11: Las 5 S japonesas .....</b>	<b>45</b>
<b>Figura 12: Organigrama de la empresa .....</b>	<b>54</b>
<b>Figura 13: Mapa de procesos de la empresa, Nivel cero. ....</b>	<b>55</b>
<b>Figura 14: Jerarquía de procesos; Nivel 0,1 y2.....</b>	<b>57</b>
<b>Figura 15: Ejemplos de algunos casos de aplicación de la máquina plastificadora.....</b>	<b>61</b>
<b>Figura 16: En el lado izquierdo se presenta la vista frontal de la máquina y al lado derecho se presenta la vista trasera .....</b>	<b>61</b>
<b>Figura 17: Ventajas básicas proporcionadas por la Competencia Basada en el tiempo (Dempsey &amp; Heard, 2014).....</b>	<b>64</b>
<b>Figura 18: Metodología Empleada .....</b>	<b>69</b>
<b>Figura 19: MCT actual de la fabricación de la plastificadora.....</b>	<b>70</b>
<b>Figura 20: Análisis de los procesos principales en la fabricación de la máquina plastificadora (P=PROCESO).....</b>	<b>73</b>
<b>Figura 21: Diagrama Ishikawa de la problemática de la empresa .....</b>	<b>77</b>
<b>Figura 22: Diagrama de Pareto.....</b>	<b>81</b>
<b>Figura 23: Capacitación del Visual Board.....</b>	<b>83</b>
<b>Figura 24: Plan de trabajo de implementación de las 5 S.....</b>	<b>84</b>
<b>Figura 25: Área mecánica y eléctrica.....</b>	<b>85</b>
<b>Figura 26: Parte superior de la división 1 del área mecánica.....</b>	<b>85</b>
<b>Figura 27: Parte inferior de la división 1 del área mecánica.....</b>	<b>86</b>

<b>Figura 28: Parte superior de la división 2 y 3 del área mecánica y eléctrica.</b>	<b>86</b>
<b>Figura 29: Parte inferior de la división 2 del área mecánica y eléctrica .....</b>	<b>87</b>
<b>Figura 30: Parte inferior de la división 3 del área eléctrica.....</b>	<b>87</b>
<b>Figura 31: Clasificar los componentes a usar. ....</b>	<b>88</b>
<b>Figura 32: Seiton en la división 1, parte superior (mesa del área mecánica).</b>	<b>89</b>
<b>Figura 33: Seiton en la división 1, parte inferior (mesa del área mecánica).</b>	<b>89</b>
<b>Figura 34: Seiton en la división 2, parte inferior (área eléctrica).....</b>	<b>89</b>
<b>Figura 35: Seiton en la división 3, parte inferior (área eléctrica).....</b>	<b>90</b>
<b>Figura 36: Seiton de los retazos de los cables a reutilizar. ....</b>	<b>90</b>
<b>Figura 37: Seiso en el área mecánica y eléctrica.....</b>	<b>91</b>
<b>Figura 38: Estandarizar la división de ensamble mecánico y eléctrico.....</b>	<b>91</b>
<b>Figura 39: Charla de las 5 S con los responsables del área eléctrica y mecánica.....</b>	<b>92</b>
<b>Figura 40: Antes de usar las 5 S .....</b>	<b>92</b>
<b>Figura 41: Aplicación de las 5 S.....</b>	<b>93</b>
<b>Figura 42: Análisis antes y después de implementar las 5 S .....</b>	<b>94</b>
<b>Figura 43: Fases de implementación POLCA para la fabricación de la maquina plastificadora .....</b>	<b>95</b>
<b>Figura 44: Etapas de la FASE 1 de POLCA .....</b>	<b>96</b>
<b>Figura 45: Etapas de la FASE 2 de POLCA .....</b>	<b>97</b>
<b>Figura 46: CADENA POLCA para la fabricación de la maquina plastificadora .....</b>	<b>98</b>
<b>Figura 47: Diseño de la Fecha de autorización para cada celda de la CADENA POLCA .....</b>	<b>99</b>
<b>Figura 48: REGLAS DE TIEMPO DE DECISIÓN.....</b>	<b>106</b>
<b>Figura 49: TABLEROS POLCA en la CADENA POLCA .....</b>	<b>106</b>
<b>Figura 50: Etapas para la FASE 3 de POLCA.....</b>	<b>107</b>
<b>Figura 51: HOJA DE RUTA para el proceso de fabricación de la maquina plastificadora.....</b>	<b>108</b>
<b>Figura 52: JUEGO POLCA para la fabricación de la maquina plastificadora. ....</b>	<b>109</b>
<b>Figura 53: Capacitacion sobre el sistema POLCA.....</b>	<b>110</b>
<b>Figura 54: Etapas para la FASE 4 de POLCA .....</b>	<b>111</b>

<b>Figura 55: Formato de Lecciones aprendidas .....</b>	<b>112</b>
<b>Figura 56: Check list de área eléctrica .....</b>	<b>116</b>
<b>Figura 57: Check List del área mecánica .....</b>	<b>118</b>
<b>Figura 58: Análisis y evaluación del problema en la empresa .....</b>	<b>120</b>
<b>Figura 59: Análisis de las herramientas de soporte del QRM .....</b>	<b>121</b>
<b>Figura 60: Informe de verificación del proyecto.....</b>	<b>122</b>
<b>Figura 61: MCT Escenario Moderado del proceso de fabricación de la máquina plastificadora .....</b>	<b>123</b>
<b>Figura 62: MCT Escenario Pesimista del proceso de fabricación de la máquina plastificadora .....</b>	<b>124</b>
<b>Figura 63: MCT Escenario Optimista del proceso de fabricación de la máquina plastificadora .....</b>	<b>125</b>
<b>Figura 64: Análisis del sistema de costeo de la máquina plastificadora.....</b>	<b>126</b>
<b>Figura 65: Artículo del sistema de costeo ABC.....</b>	<b>127</b>
<b>Figura 66: Resultado de encuesta de satisfacción.....</b>	<b>156</b>

## **RESUMEN**

La presente investigación tiene como finalidad reducir el tiempo de entrega en el proceso de fabricación de una máquina plastificadora en la industria manufacturera que pertenece al rubro gráfico metalmecánica, para lo cual se aplica el sistema Fabricación de Respuesta Rápida (QRM: Quick Response Manufacturing) y sus herramientas de soporte como: Bucles de tarjetas superpuestas de celdas emparejadas con autorización (POLCA: Paired-cell Overlapping Loops of Cards with Authorization), Visual Board, 5S y Poka Yoke.

El diagnóstico situacional del desarrollo de fabricación se basó en la observación y entrevista personal al Jefe de Producción, Administrador y a los trabajadores que se encuentran involucrados en el proceso. En consecuencia, se utilizaron herramientas como Tiempo de ruta crítica de fabricación (MCT: Manufacturing Critical-Path time), Diagrama de Hilos y SIPOC, con el propósito de tener una visión global de la situación actual de la compañía.

Adicionalmente, se aplicó el Diagrama de Ishikawa y Diagrama de Pareto con la finalidad de reconocer las causas priorizadas en la investigación, en donde los procesos críticos son el ensamble mecánico y el ensamble mecánico y eléctrico.

Por último, en consecuencia, a las causas priorizadas se plantean propuestas de mejora tales como: POLCA, Visual Board, Poka Yoke y 5 S.

La implementación de las herramientas de soporte del QRM ha permitido reducir el tiempo de ciclo del proceso de fabricación de la máquina plastificadora en 15 días, de 55 a 40 días; ello se traduce en un ahorro de S/. 37,244.16 anuales.

## **INTRODUCCIÓN**

El mercado actual presenta una competencia global implacable, donde la tecnología se encuentra en constante cambio y los sistemas de información en mejora continua (Dwivedi y Chakraborty, 2016), donde los clientes buscan una atención personalizada, calidad, reducción de los costos y entrega a tiempo de sus productos, ante ello los empresarios se ven forzados a diseñar e implementar nuevas metodologías para cumplir con las expectativas de los clientes y fortalecer su mercado (Becerra et al., 2013).

Teniendo presente el tipo de compañía de la industria manufacturera donde se desarrolla el objeto de estudio, el rubro metalmecánico trabaja con diversos sectores productivos, lo que le ha permitido ser uno de los motores principales para el crecimiento de la industria en varios países de desarrollo (Trujillo y Iglesias, 2012).

Adicionalmente, en el Perú las microempresas representan el 95 % y proveen de trabajo a casi la mitad de personas del país (48 %), es por ello que la importancia de las microempresas es indiscutible (Alva, 2017).

En el actual trabajo de investigación, se determinó que la empresa objeto de estudio tiene como problema principal la entrega fuera de tiempo de las máquinas plastificadoras a los

clientes, ello se demuestra en los cuadros de la empresa en los últimos 5 años, en donde los procesos críticos se encuentran en el área de ensamble mecánico y área de ensamble mecánico y eléctrico.

En relación con eso, la actual investigación tiene como finalidad principal aplicar Quick Response Manufacturing y sus herramientas de soporte.

**CAPÍTULO 1:**

**PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**



En este capítulo se realiza un estudio para analizar la situación actual de la empresa, identificar el problema y los objetivos de la investigación.

### **1.1 Planteamiento del problema**

El sector metalmecánico es considerado como uno de los sectores que mayor desarrollo y empleo genera, por ello es una de las principales actividades económicas del mundo porque constituye un papel muy importante por la alta relación con otros sectores industriales. La gran mayoría de países con un desarrollo industrial avanzado cuentan con una industria consolidada, partiendo de Japón, España y Argentina por Latinoamérica, hasta países subdesarrollados que cada día buscan alcanzar un mayor nivel que les permita competir en este sector (Alandete,2012).

En este contexto, el Instituto de Investigación y Desarrollo de Comercio Exterior de la CCL (Cámara de Comercio de Lima) analizó el comportamiento de este sector en el Perú, observándose un crecimiento del 14.4%, el cual se registró en los últimos dos años. Este sector es muy relevante para la industria del Perú ya que para el proceso de transformación de productos se requiere de tecnología y mano de obra calificada, lo que genera empleabilidad en el país (Posada,2019).

En este sentido, de acuerdo a los resultados obtenidos en la encuesta de Opinión Industrial del SNI (Sociedad Nacional de Industrias) 2018 se indica que uno de los factores que limitan la correcta producción es el alto costo que conlleva este tipo de producción metalmecánica. Sin embargo, si a este factor ya mencionado, se le agrega la falta de eficacia en el cumplimiento del tiempo de entrega del producto terminado se estaría generando pérdida de tiempo y dinero.

En el sector metalmecánico, el tiempo representa un factor muy importante, debido a la alta complejidad técnica de los productos y el margen de tiempo limitado con el que se cuenta para la fabricación, si no se lleva un correcto proceso se podrían generar retrasos hasta la entrega final.

De acuerdo a la información obtenida de la empresa se ha producido una reducción del 40% de ventas en los últimos cinco años de la máquina plastificadora (ver figura 1), donde las principales causas se deben al alto tiempo de entrega de las máquinas plastificadoras presentando un incumplimiento del 100%.

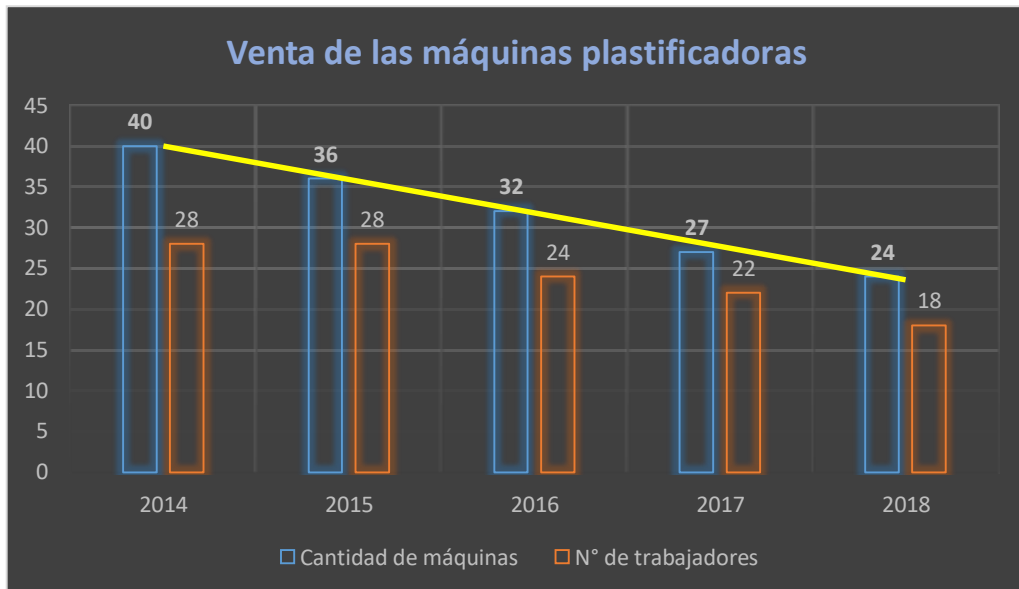


Figura 1: Ventas de las máquinas plastificadoras en la empresa

Para analizar el tiempo promedio de entrega de los últimos 5 años de las máquinas plastificadoras se presenta la figura 2, en donde el tiempo de entrega según el contrato es de 35 días.

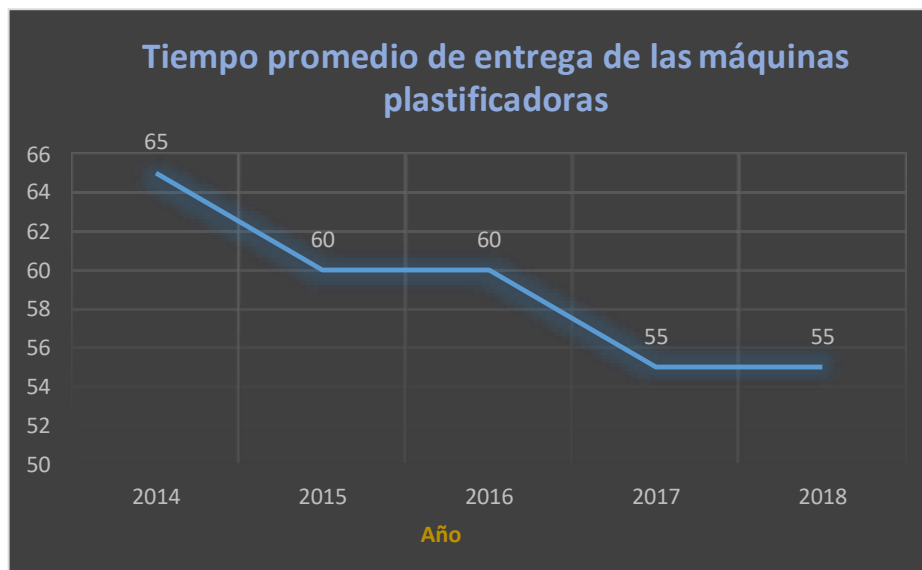


Figura 2: Tiempo promedio de entrega de las máquinas plastificadoras

Según la figura anterior se aprecia un alto tiempo de entrega con respecto a los días que se tiene proyectado entregar la máquina, entre las posibles causas, se encuentra la carencia de organización y de clasificación de materiales y herramientas, la falta de planificación de trabajo y el desconocimiento de todo el proceso de fabricación por parte de los colaboradores.

Asimismo, se realizó una encuesta de satisfacción del cliente (ver Anexo 1) donde se puede apreciar que el cumplimiento del tiempo de entrega es el que genera mayor insatisfacción a los clientes.

## **1.2 Formulación del Problema**

### 1.2.1 Problema General

- ¿La aplicación de Quick Response Manufacturing reducirá el tiempo de entrega en el proceso de fabricación de una máquina plastificadora en una empresa metalmeccánica?

### 1.2.2 Problemas Específicos

- ¿Cuál es la metodología solución idónea para abordar un problema de producción de alta mezcla y bajo volumen (máquinas plastificadoras)?
- ¿Cuáles son las causas raíz que incrementan el tiempo de entrega en el proceso de fabricación de una máquina plastificadora?
- ¿De qué manera se ejecutará la aplicación del QRM abordando las causas raíz críticas que incrementan el tiempo de entrega en el proceso de fabricación de una máquina plastificadora?
- ¿Cuál es el impacto de la mejora ejecutada (aplicación del QRM) en el proceso de fabricación de una máquina plastificadora?
- ¿Cuál es el impacto económico - financiero de la aplicación de QRM?

### **1.3 Objetivos**

#### 1.3.1 Objetivo General

- Aplicar Quick Response Manufacturing para reducir el tiempo de entrega en el proceso de fabricación de una máquina plastificadora en una empresa metalmecánica.

#### 1.3.2 Objetivos Específicos

- Determinar la metodología solución idónea según condiciones de producción de las máquinas plastificadoras (alta mezcla y bajo volumen).
- Realizar un diagnóstico para identificar las causas raíz que incrementan el tiempo de entrega en el proceso de fabricación de una máquina plastificadora.
- Ejecutar la aplicación del QRM abordando las causas raíz críticas que incrementan el tiempo de entrega en el proceso de fabricación de una máquina plastificadora.
- Analizar el impacto de la mejora ejecutada (aplicación del QRM) en el proceso de fabricación de una máquina plastificadora.
- Evaluar el impacto económico - financiero de la aplicación de QRM.

### **1.4 Hipótesis**

#### 1.4.1 Hipótesis General

- La aplicación del Quick Response Manufacturing reduce el tiempo de entrega en el proceso de fabricación de una máquina plastificadora en una empresa metalmecánica.

#### 1.4.2 Hipótesis Específicas

- El Quick Response Manufacturing es la metodología idónea para abordar el problema de producción de alta mezcla y bajo volumen (máquinas plastificadoras).

- La aplicación de las herramientas de diagnóstico como el MCT, SIPOC y Diagrama de hilos permite identificar las causas raíz que incrementan el tiempo de entrega en el proceso de fabricación de una máquina plastificadora.
- La ejecución del QRM aborda las causas raíz críticas que incrementan el tiempo de entrega en el proceso de fabricación de una máquina plastificadora.
- La aplicación del Quick Response Manufacturing tiene un impacto positivo de mejora en el proceso de fabricación de una máquina plastificadora.
- La aplicación del Quick Response Manufacturing tiene un impacto positivo económico-financiero en el proceso de fabricación de la máquina plastificadora.

### **1.5 Justificación e Importancia**

La realización del presente trabajo es importante porque se encuentra alineado a las estrategias de la empresa metalmecánica LCH GRAPHIC EQUIPMENT. Para ello, se realiza el diagnóstico de los procesos de la organización, a través del cual se identifica que el problema es el incumplimiento en el tiempo de entrega de las máquinas plastificadoras, identificando sus causas, se plantean soluciones metodológicas y se determina la aplicación de Quick Response Manufacturing, porque su modelo está diseñado para aplicarlo en organizaciones con producción de bajo volumen y alta variedad, cuyas características presenta la empresa de estudio, posterior a ello, se identifican los procesos críticos.

Esta metodología se apoya en cuatro herramientas de soporte para lograr la reducción en el tiempo del proceso de fabricación y cumplir con los tiempos de entrega establecidos.

Mediante la implementación del presente proyecto se logró la reducción del tiempo en la fase de fabricación de la plastificadora, de 55 a 40 días, lo que representa una reducción del 28%, pudiéndose emplear este tiempo en la fabricación de otras máquinas u otras

gestiones, además se genera un ahorro de S/1,551.84 por máquina, produciéndose un ahorro anual de S/37,244.16 respecto a la línea de máquinas plastificadoras.

### **1.6 Limitaciones**

Las principales limitantes que se tuvieron para el desarrollo del presente trabajo fueron las siguientes:

- Carencia de datos informativos, sin embargo, se tuvo la posibilidad de recopilar información proporcionada por algunos colaboradores.
- Dificil disposición de documentos, reportes e información requerida.
- Debido a la coyuntura, no se pudo asistir con frecuencia a planta para desarrollar trabajo de campo.

### **1.7 Alcance**

El trabajo de investigación se encuentra desarrollado en la empresa metalmecánica peruana LCH GRAPHIC EQUIPMENT.

La metodología y herramientas presentadas se aplicarán sólo para la línea de producción de máquinas plastificadoras.

En el Anexo 2 se presenta la matriz de consistencia.

**CAPÍTULO 2:**

**MARCO TEÓRICO**

En este capítulo se realiza un estudio de las metodologías y herramientas para dar solución al problema de la empresa.

## **2.1 Antecedentes de la Investigación**

### **2.1.1 Tesis**

#### **Tesis 1**

Año 2019

Fecha de publicación : Cartagena – España 2019

Autor : Francisco Ángel Marín Martínez

Tema : El impacto del QRM en la Industria del siglo XXI

Para optar : Máster Universitario en Organización Industrial.

Universidad Politécnica de Cartagena

Objetivo:

Desarrollar un modelo dinámico con ayuda del sistema QRM (Quick Response Manufacturing o Fabricación de Respuesta Rápida) para obtener de manera predictiva el lead time de un producto.

Resumen:

Los mercados del mundo demandan una amplia variedad de productos y nuevas técnicas, lo que conlleva a un constante incremento de la competencia, por consiguiente, las empresas que desean permanecer el mercado se tienen que adaptar y renovar constantemente su estrategia competitiva.

Las estrategias Six Sigma, Kaizen y Lean Manufacturing, no proporcionan una respuesta completa ante las exigencias de los mercados globales, ante esto surge un sistema que puede ser apoyada de las estrategias anteriores, este es el sistema QRM.

QRM es un sistema para organizaciones con demanda variable, personalización y variedad de productos, donde tales características no son absueltas por el entorno de Lean Manufacturing.



Conclusión:

QRM y sus herramientas permiten incrementar los recursos de la empresa debido a que permite reducir los tiempos de los procesos.

El factor tiempo es abordado por el QRM, lo que permite analizar y mejorar las fases internas y externas de la organización, para ello es importante el compromiso de todos los colaboradores de la compañía.

Six Sigma, Kaizen, Lean Manufacturing y QRM trabajan correctamente de acuerdo a su entorno de trabajo, donde cada uno puede trabajar individualmente o puede complementarse con otras herramientas.

## **Tesis 2**

Año                              2017

Fecha de publicación : Cartagena – España 2017

Autor                         : María Rodríguez Barrachina

Tema                         : Aplicación de la estrategia QRM para la reducción de los tiempos de respuesta de fabricación en una empresa industrial.

Para optar                 : Máster Universitario en Organización Industrial.

Universidad Politécnica de Cartagena

Objetivo:

El propósito de este proyecto es estudiar el sistema Quick Response Manufacturing para reducir el tiempo de respuesta en los procesos de la organización.

Resumen:

La tesis de estudio tuvo como finalidad implementar QRM para mejorar los procesos de la empresa, para ello divide el trabajo en 4 capítulos, en donde en los primeros capítulos se presenta los fundamentos, conceptos básicos y principios del sistema del QRM, posteriormente se construye el modelo QRM con ayuda de la herramienta MCT y el programa Vensim para analizar y mejorar los procesos internos.

Conclusión:

Se concluye, que el modelo construido permite conocer los procesos de la organización, lo que permite a la alta dirección tomar mejores decisiones y oportunas para la reducción de tiempos de fabricación, la herramienta del MCT ha permitido conocer y analizar la ruta crítica de la organización.

### **Tesis 3**

Año 2017

Fecha de publicación : Lima – Perú 2017

Autor : Newton Becerra Altamirano

Tema : Propuesta de mejora en el servicio de fabricación de repuestos para maximizar la eficacia en el cumplimiento de pedidos de la empresa Fundición y Maestranza S.R.L

Para optar : Título profesional de Ingeniero Industrial.  
Universidad Privada del Norte

Objetivo:

Proponer una mejora en el proceso de fabricación con la estrategia de cumplir con el tiempo de entrega de los pedidos de la organización Fundición y Maestranza S.R.L

Resumen:

La actual investigación analizó el déficit de control en el proceso de fabricación de repuestos de la empresa, lo que generaba problemas para cumplir con los tiempos de entrega pactado con los clientes, por tal motivo se busca una metodología que permita dar solución al problema, ante ello se determinó usar QRM dando como resultado un 65% de cumplimiento de los pedidos con respecto al 18% en los meses anteriores.

Conclusión:

Por lo tanto, el sistema QRM permitió maximizar la eficacia del cumplimiento de tiempo de entrega, con un tiempo promedio de 21 días, siendo estos 3 días antes del tiempo promedio actual, lo que permitió a su vez aumentar las cuentas en S/. 215 072 frente a los S/. 57 904 nuevos soles mensuales.

### 2.1.2 Artículos

#### **Caso 1:**

Suri (2018) documenta la aplicación de QRM en el proceso de fabricación de estufas en una empresa metalmecánica con la meta de reducir los tiempos de entrega demandados por sus clientes (clientes del sector construcción, ferrocarril, automotriz y otros). Dicha empresa disponía de un sistema ERP para administrar el flujo de pedidos (con técnicas Lean aplicadas). Sin embargo, ante una mayor demanda y exigencia de sus clientes, además de la reducción del tamaño de lotes en los pedidos, se establece la implementación del enfoque QRM, específicamente la implementación de POLCA, dividiendo así el lugar de trabajo en celdas de producción flexibles (celda de producción = agrupación de operaciones sucesivas).

Para la implementación de POLCA, se determinó que los empleados se familiaricen con la gestión visual y el uso de códigos de colores para señalar tareas y prioridades, luego se capacitó a todo el personal. Adicionalmente, cada celda se diseñó en forma de U donde se realizan los trabajos de doblar, rodar, roscar, rectificar, asegurando así se lleve a cabo todos los pasos del procesamiento, excepto el corte por láser, ya que esta costosa máquina se comparte con muchos productos y clientes diferentes.

El resultado de la implementación del enfoque QRM permitió reducir el tiempo de entrega por lote en un 85%, es decir, se redujo de cuatro semanas a solo tres días. Asimismo, mediante la eliminación de inventarios se liberó 600 m<sup>2</sup>, espacio que posteriormente sirvió para ampliar el área de producción.

## **Caso 2:**

Suri (2018) documenta la aplicación de QRM en la fase de fabricación de piezas de metal personalizadas en una compañía metalmeccánica debido a que tenía como principal problema un bajo rendimiento de entrega de sus productos. La empresa ya había intentado diversos sistemas como el ERP, pero para su decepción, en vez de aumentar su rendimiento de entrega, esto en realidad lo degradó.

Para la implementación de POLCA, se realizó primero una evaluación de la empresa, luego se realizó una capacitación básica de QRM para todos los trabajadores de la empresa, luego se diseñó la estructura celular conformada por 3 celdas y máquinas independientes (la gerencia de la empresa era reacia a mover máquinas pues eran muy costosas la reubicación). Adicionalmente, se instaló el software timeaxx, que comenzó a funcionar en marzo de 2015 en donde los bucles, tarjetas y reglas POLCA se implementan a través del software lo que permite observar el estado de los trabajos.

El resultado de la implementación del sistema QRM permitió una reducción significativa en las quejas de los clientes debido a que se mejoró el tiempo de entrega de los productos lo que permitió tener clientes muy satisfechos con los productos brindados.

Asimismo, la empresa obtuvo una reducción del 30% en la métrica MCT (Manufacturing Critical Path Time = Tiempo crítico de fabricación).

## **Caso 3:**

(Krishnamurthy & Suri, 2009) documenta la aplicación de QRM en el proceso de fabricación de productos de control empaquetado (PCP = Packaged Control Products) en una empresa que fabrica Centros de Control de Motores, donde tenían los siguientes problemas: (i) Sobreproducción de gabinetes innecesarios, (ii) Exceso de WIP en la planta, (iii) Aumento de plazos de entrega en el área de ensamblaje.

Para la implementación de POLCA, se realizó primero una evaluación de la empresa, luego se formó un equipo de implementación para formar un modelo de planificación de

capacidad de corte aproximado que permitió la estimación de los plazos de entrega de los productos en las diferentes celdas.

El resultado de la implementación del sistema QRM permitió: i) La sobreproducción de gabinetes innecesarios en la celda del gabinete se eliminó por completo, y el tiempo de entrega se aumentó a una 92%, ii) Los inventarios WIP también se redujeron, iii) Los plazos de entrega en las siete celdas de ensamblaje finales se redujeron en un promedio del 25%.

## **2.2 Bases Teóricas**

### **2.2.1 Metodología Quick Response Manufacturing (QRM)**

(Suri, 2010) plantea que QRM es una estrategia que involucra a toda la empresa para disminuir los plazos de tiempo de entrega en todos los aspectos de las operaciones, es decir aspectos externos e internos. Suri agrega que el aspecto externo de QRM se analiza desde la posición del cliente, significa responder a las necesidades del cliente diseñando y fabricando productos personalizados para cubrir las mismas, mientras que, el aspecto interno se analiza bajo los términos de las operaciones propias de una empresa.

Rajan Suri, también plantea dos tipos de variabilidad, el primer concepto que menciona es el de la variabilidad disfuncional, la cual, es causada por una mala organización, errores, sistemas improductivos, tales como: el Retrabajo, cambio de prioridades y la demanda irregular.

Por otro lado, se tiene a la variabilidad estratégica, es la que una organización utiliza a su favor para mantener su ventaja competitiva en el mercado, tales como: la capacidad de respuesta frente a cambios inesperados sin que afecte el producto o servicio, ofreciendo una variedad de opciones a los clientes y productos diseñados a medida.

El enfoque de la metodología QRM está en línea al enfoque Lean al tratar de eliminar toda variación disfuncional (dado que Lean apunta a suprimir toda variación en el sistema

de fabricación), pero QRM no elimina la variación estratégica, sino que la explota, a través del diseño de la organización QRM y los sistemas de soporte para hacer frente de manera efectiva a este tipo de variabilidad.

### 2.2.2 Historia

La metodología QRM, fabricación de respuesta rápida, fue diseñado por el profesor Rajan Suri de la Universidad de Wisconsin en 1998 (Godinho & Veloso, 2013).

Rajan Suri (1998) define a QRM como una estrategia centrada en la reducción del tiempo de entrega, asimismo, señala que esta metodología ayuda a afinar programas de mejora ya en marcha o implementados en las empresas, dado que explora la variabilidad estratégica basada en la variación de la demanda (Suri,2010).

A continuación, en la figura 3 se presenta una línea de tiempo que detalla hechos importantes en el desarrollo y aplicación del sistema QRM.

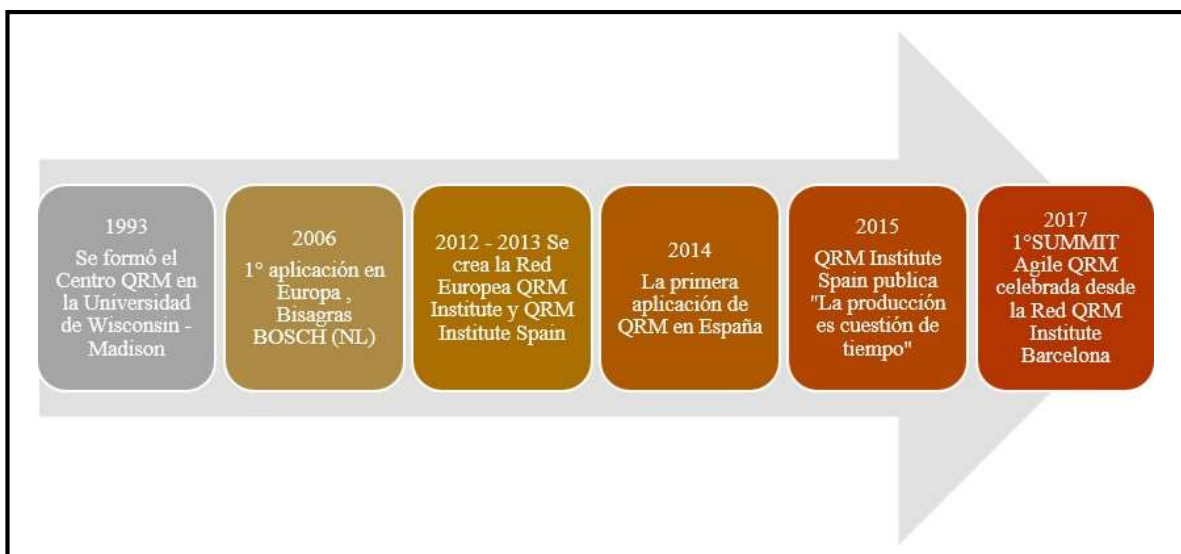


Figura 3: Historia de QRM. Fuente: QRM Institute

Como se puede visualizar en la figura 3, la línea de tiempo inicia en 1993, año en el cual se formó el Centro QRM en la Universidad de Wisconsin, después de ello la metodología comenzó a adquirir mayor conocimiento en el estado. En el 2006, se dio la primera aplicación madura en Holanda, en la empresa Bisagras BOSCH, PYME de 50 trabajadores.

En 2012-2013 se dio la creación de la Red Europea, que actualmente ya es mundial y en España se creó el QRM Institute, después de ello, en 2014 se realizaron 3 aplicaciones de QRM en empresas españolas, asimismo en el 2015 se implementó en 15 empresas la metodología. Finalmente, en el 2017, como parte de la red de desarrollo y difusión de QRM se realizó el 1°SUMMIT Agile QRM.

### 2.2.3 Características

QRM es una metodología que se basa en la reducción del tiempo de la ruta crítica de fabricación simultáneamente en toda la empresa y se aplica mejor en el entorno de alta mezcla y bajo volumen. Esta estrategia competitiva también es adecuada para trabajar en entornos de fabricación por encargo (MTO: Make To Order) e ingeniería por encargo (ETO: Engineer To Order) (Chong & How,2014).

En la fabricación por encargo (MTO), el cliente elige el producto de acuerdo a las opciones disponibles, los productos se configuran siguiendo un conjunto de atributos ya predefinidos y la producción va de acuerdo a una configuración seleccionada. Las empresas que aplican MTO responden a la demanda determinada, pero son más vulnerables a las perturbaciones, como las interrupciones en el suministro de materiales y la variación de la demanda. Estos operan con plazos de entrega más largos y pedidos pendientes grandes (Barboza & Azevedo,2018).

Los fabricantes de la fabricación de ingeniería por encargo (ETO) ofrecen productos únicos y complejos. Estos fabricantes deben ser flexibles y proporcionar productos con características de acuerdo a los requerimientos de los clientes, por ello que la fabricación se da en pequeñas cantidades. La fabricación del producto es parte del proyecto de fabricación y los clientes imponen grandes penalizaciones por retraso (Barboza & Azevedo,2018).

### Métrica QRM

El claro enfoque de QRM en la reducción del tiempo de entrega requiere una definición integral del tiempo de entrega. Por ello, QRM presenta el tiempo crítico de fabricación

(MCT) como la métrica de tiempo de entrega de esta metodología. Se denomina tiempo de ruta crítica de fabricación y se define como la cantidad típica de tiempo calendario desde que el cliente crea un pedido hasta que la primera unidad de ese pedido es entregada. El objetivo de MCT es facilitar una estimación aproximada que sea buena y exacta como para orientar en el sentido correcta para el tiempo de entrega (Suri,2010). La definición tradicional de tiempo de entrega se define como el tiempo desde que un cliente solicita un pedido hasta que el cliente lo recibe, no da ninguna indicación de cómo se logra el cumplimiento del pedido. Sin embargo, MCT es un indicador de tiempo de entrega para mostrar el resultado, y la forma sobre cómo se logra el resultado. Los mapas de MCT son más simples, y representan el tiempo proporcionalmente, muestran varias rutas claramente y también resaltan visualmente los principales contribuyentes de la línea de tiempo general. Para graficar la aplicación de la métrica, en la figura 4, se muestra un ejemplo de MCT, en el cuál se detalla un flujo del proceso de fabricación de engranajes.

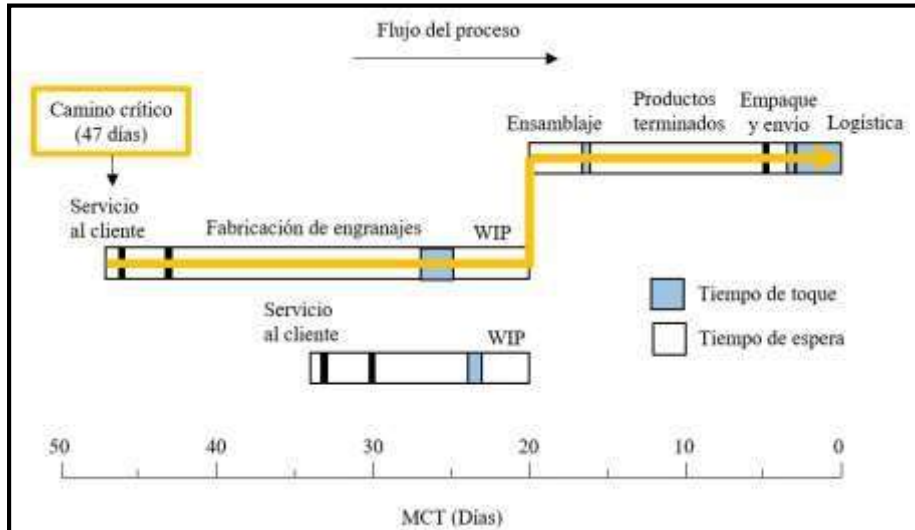


Figura 4: Ejemplo de MCT, Fuente (Suri,2010)

#### 2.2.4 Núcleos QRM

La metodología QRM basa su desarrollo en cuatro núcleos, los cuales se presentan a continuación.



- El poder del tiempo

El tiempo de entrega es muy importante, por ello QRM muestra las razones no obvias tales como, influencia del tiempo en el costo operativo total y de calidad, y cómo aprovechar estos datos para cambiar la forma de gestionar una empresa.

QRM aconseja que un enfoque en toda la compañía para reducir los tiempos de entrega dará como consecuencia mejoras, tanto en el costo como en la calidad. Este núcleo tiene como herramienta fundamental, el tiempo de ruta crítica de fabricación (MCT) (Bon & Chong 2014).

- Estructura de la organización

QRM necesita de cuatro cambios estructurales para modificar una empresa con gestión basada en costos a una con enfoque basado en el tiempo (no todos son aplicables):

Control de arriba hacia abajo para la propiedad del equipo

La organización del trabajo en la estructura QRM se basa en el control de arriba hacia abajo de las fases por los supervisores y gerentes en donde las células QRM se manejen a sí mismas (Suri,2010).

Objetivos de eficiencia y utilización para reducir el tiempo de entrega

Para apoyar esta nueva estructura, las empresas deben reemplazar los objetivos basados en costos de eficiencia y utilización con el objetivo general de reducción del tiempo de entrega.

Funcional a celular

Las áreas funcionales deben ser separados. En su lugar, las células QRM se vuelven la unidad organizativa principal porque éstas son más flexibles e integrales en su aplicación.

Los trabajadores especializados a una mano de obra entrenada.

Los colaboradores deben estar aptos para ejecutar múltiples tareas, por ello los trabajadores deben recibir capacitación cruzada.

- Sistema dinámico

La interacción entre máquinas, personas y productos afectan los plazos de entrega, por ello QRM busca replantear este enfoque.

Diversas compañías basadas en costos apuntan a que la mano de obra y las máquinas se utilicen a cerca del 100% de su posibilidad, para poder emplear una alta variación en la demanda y los productos, QRM sugiere que trabajen al 80 % de la capacidad en recursos.

- Aplicación para toda la empresa

QRM es una metodología que se aplica en toda la organización, esto incluye planificación de materiales, compras y administración de la cadena de suministro, proceso de pedidos, ingeniería, desarrollo de nuevos productos y otros.

Los cuatro núcleos son muy importantes porque muestra que esta metodología no es sólo para el área de producción sino para toda la organización, basado en tiempos.

## **2.2.5 POLCA**

### 2.2.5.1 Definición

POLCA (Paired-cell Overlapping Loops of Cards with Authorization = Bucles de tarjetas superpuestas de celdas emparejadas con autorización) el cual refiere a un sistema que se basa en tarjetas que sirve de apoyo en las decisiones para el control de producción (Fernandes & Carmo, 2018).

Suri fue el primero en presentar POLCA en 1998 como un enfoque de control de la producción y planificación para respaldar su filosofía Quick Response Manufacturing (QRM = Fabricación de respuesta rápida) (Thürer et al., 2017)

### 2.2.5.2 Características

De acuerdo a Rajan Suri (2018) se plantea las siguientes características claves:

- Cadena POLCA
- Tiempo de decisión
- Tarjeta Polca

### 2.2.5.3 Beneficios

De acuerdo con Suri (2018) plantea los siguientes beneficios:

- Reduce el tiempo de entrega de los diferentes productos.
- Se ajusta una empresa de fabricación de un entorno de producción que tiene gran variedad de productos diferentes HIGH MIX, posee también una pequeña cantidad y frecuencia de pedido LOW VOLUME (Frazee & Standridge, 2016), y por ultimo productos personalizados Customer; por lo tanto, HMLVC (HIGH MIX-LOW VOLUME-CUSTOMER = Productos de alta mezcla, bajo volumen y personalizados).
- Reduce el trabajo en proceso (WIP = Work In Process).
- Funciona con el sistema de planificación de recursos empresariales (ERP = Enterprise Resource Planning) o sin él.
- Posee un sistema visual, lo que garantiza una transparencia en el sistema POLCA.

### 2.2.5.4 Conceptos claves

Una de las herramientas de QRM es el sistema POLCA, y para un mejor análisis se presentan los siguientes conceptos:

#### **1) CADENA POLCA**

Es una secuencia de bucles que realizan un trabajo en la organización, es el enrutamiento del trabajo y su punto de partida es en la CELDA DE PLANIFICACION (Suri,2018). La figura 5 muestra un ejemplo de una CADENA POLCA y sus principales componentes.

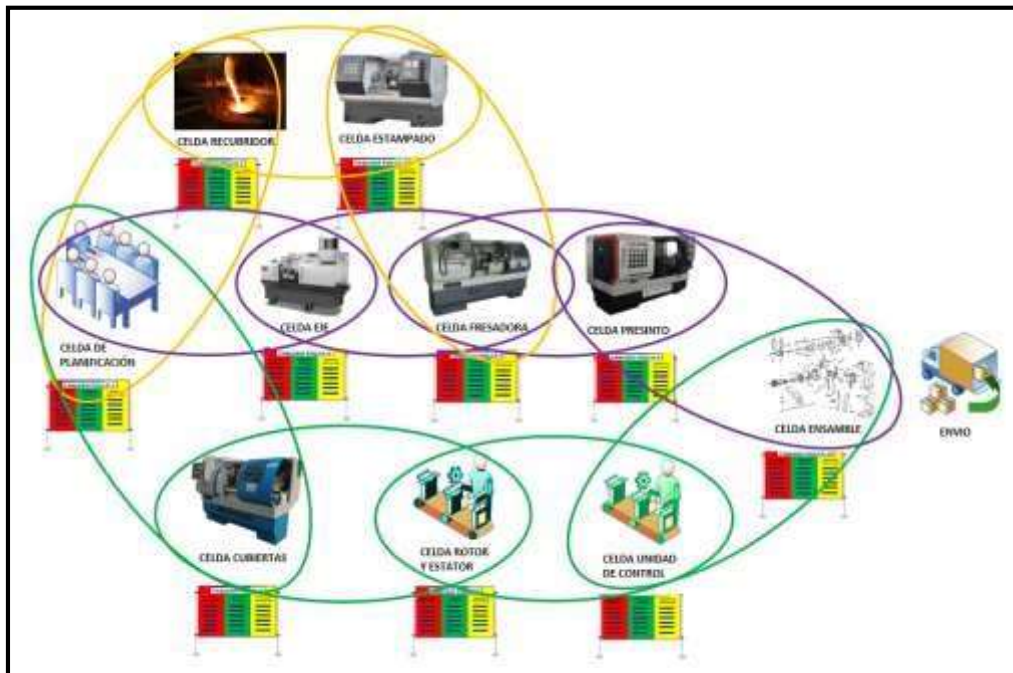


Figura 5: CADENA POLCA

**Celda (cell) o Celda de producción:** Posee las siguientes características: i) trabaja con una o más celdas de suministro, ii) está compuesto por una o más máquinas, estaciones y personas que realizan el trabajo, iii) coordina los materiales dentro de la celda (Pieffers & Riezebos, 2006).

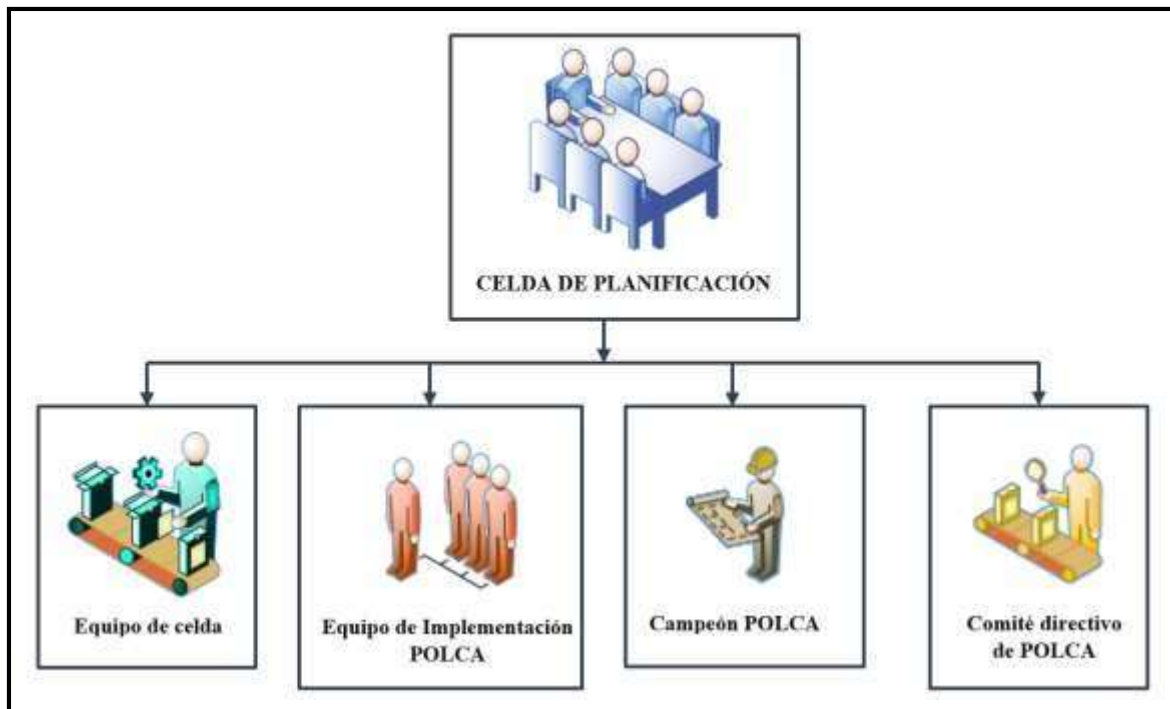
**Lazo o bucle:** Representan una ruta de trabajo que realizan dos celdas en una empresa (Fernandes et al., 2017). Es decir, cuando un trabajo fluye entre 2 celdas, entonces se afirma que estas 2 celdas están conectadas por un bucle POLCA, es la unión mental de dos celdas (Suri,2018).

**Lazo o bucles superpuestos:** Su importancia radica en que obligan a las celdas a terminar su trabajo antes de devolver una tarjeta POLCA por tanto sirven como una señal para liberar un nuevo trabajo y así evitar menos WIP en cada celda (Pieffers & Riezebos, 2006).

**TABLERO POLCA:** Es un tablero que se coloca al lado de la celda y se colocan todas las tarjetas POLCA disponibles para esta celda (Suri,2018).

## 2) Celda de Planificación

**Celda de Planificación (Planning Loop = PL):** Puede ser un grupo de personas o una persona dependiendo de la empresa y presenta las siguientes funciones: planificar y liberar los trabajos en la empresa, crear la cadena POLCA para realizar el trabajo, preparar el paquete de documentación y detalles de la ruta de trabajo, abastecer de material necesario a cada celda (Suri,2018). En la figura 6 se presenta el esquema de trabajo de PL.



*Figura 6: Esquema de trabajo de la CELDA DE PLANIFICACIÓN*

Dentro de las funciones de PL se encuentra designar: Equipo de celda, Equipo de Implementación POLCA, Campeón POLCA y comité directivo de POLCA, a continuación, se describirá cada uno de ellos.

**Equipo de celda:** Está conformado por los operadores u operador responsable de cada celda, es el encargado de realizar el trabajo en la celda (Suri,2018).

**Equipo de Implementación POLCA:** Está conformado por un equipo multifuncional como gerentes, supervisores, planificadores y operadores; este equipo se encarga de justificar, diseñar e implementar el Sistema POLCA, trabaja de la mano con la celda de planificación (Suri,2018).

**Campeón POLCA:** debe ser a uno del Equipo de Implementación POLCA o propietario del proceso, se encarga de recolectar todas las preguntas o dudas de los operadores sobre el diseño e implementación de POLCA y lo lleva al Equipo de Implementación POLCA (Krishnamurthy & Suri, 2009), debe ser un experto interno del sistema POLCA (Suri,2018).

**Comité directivo de POLCA:** Después de implementar POLCA se crea este comité que es la evolución del Equipo de Implementación POLCA, cuyas funciones son: apoyar y sostener la implementación del sistema a largo plazo, resolver los trabajos urgentes que surgen en las celdas en el corto plazo (Suri,2018).

### 3) Tiempo de decisión

Cada celda que se encuentra dentro de la CADENA POLCA analiza el tiempo de decisión (ver figura 7).

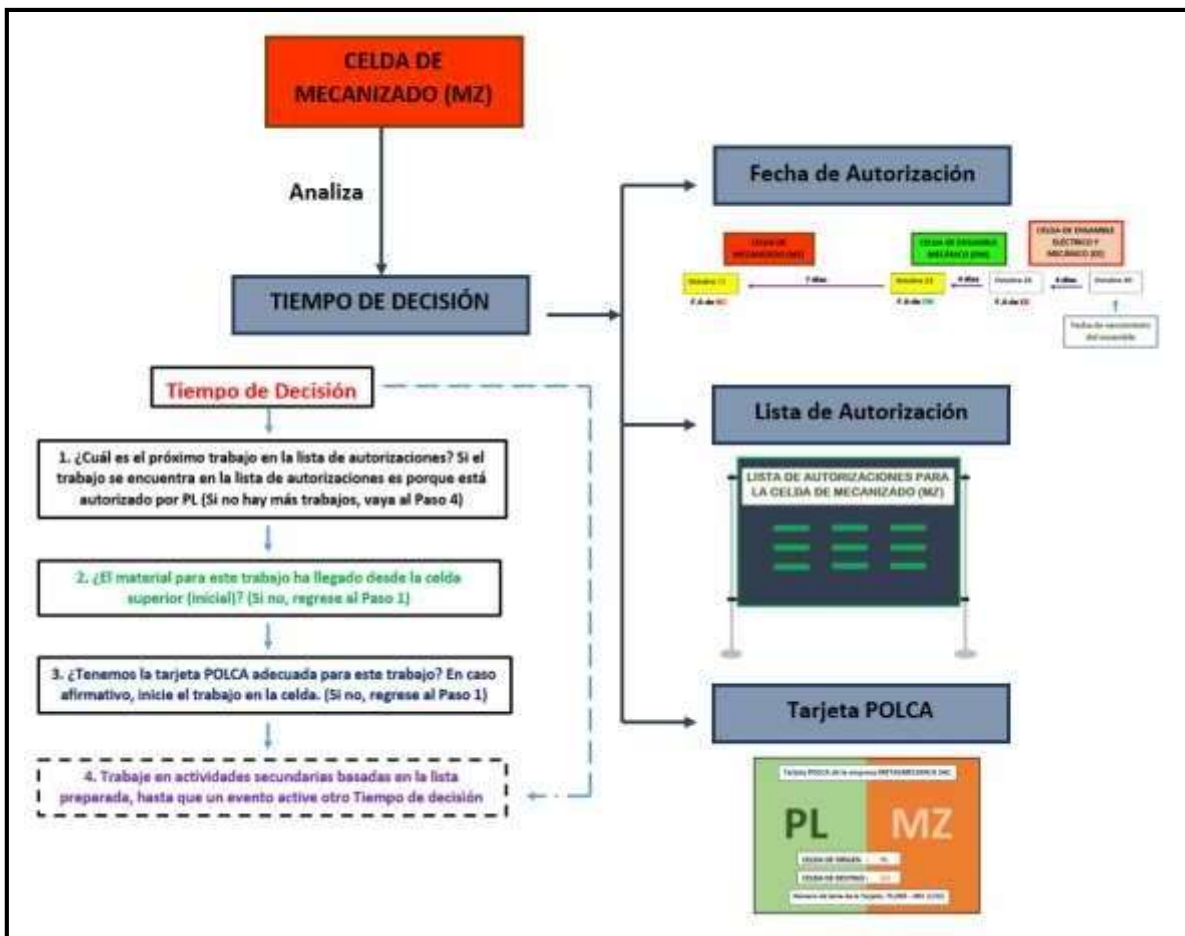


Figura 7: Esquema del Tiempo de decisión

A continuación, se analiza el esquema:

**Tiempo de decisión:** Es una regla importante de POLCA, donde el operador de cada celda debe aplicar la regla antes de realizar un trabajo, se basa en 3 preguntas, si hay un trabajo que se encuentra en la lista de autorizaciones (eso indica que está autorizado) y las respuestas a las preguntas (2) y (3) son "Sí", entonces este trabajo se inicia en esta celda y el equipo puede comenzar a trabajar en él. Si la respuesta es "No" a las preguntas en los Pasos 2 o 3, entonces el equipo vuelve a la pregunta en el Paso 1 y busca el siguiente trabajo en la lista. En el caso de que todos los trabajos autorizados reciban un "No" en el paso 2 o paso 3, y no se encuentre más trabajos autorizados, el equipo de celda no iniciará ningún trabajo en esta celda y deberá aplicar el paso 4 que corresponde actividades secundarias (Suri,2018).

**Fecha de Autorización:** Es una fecha importante pues indica cuando se debe iniciar un trabajo en una celda determinada, y se calcula para cada producto teniendo como dato la fecha de vencimiento del producto y luego se considera el tiempo en cada celda para realizar el trabajo (Krishnamurthy & Suri, 2009), todo ello se analiza en una hoja de cálculo y finalmente se obtiene la fecha de autorización de todas las celdas (Suri,2018).

**Lista de Autorización:** Es una lista que tiene cada celda el cual que contiene todos los trabajos que pueden realizarse en la celda, una vez que se inicia el trabajo en la celda se elimina de la lista de autorización (Suri,2018).

#### **4) Tarjeta POLCA**

Para el estudio de la tarjeta POLCA es importante conocer sus características, la importancia de las tarjetas especiales y la fórmula para hallar la cantidad de tarjetas en cada bucle, todos estos conceptos se desarrollarán a continuación.

**a) Tarjeta POLCA:** Según (Suri & Krishnamurthy, 2003) presenta las siguientes características: (i) Solo debe indicar los dos nombres de celda, de preferencia con dos letras, (ii) divide en dos colores, cada color está representado por una de las celdas, el color del lado izquierdo representa el origen y el color del lado derecho representa el destino de la tarjeta, (iii) debe tener escrito la celda de origen y la celda de destino en

caso alguien no este familiarizado con las abreviaturas, (iv) debe llevar un número de serie que ayude a los planificadores de materiales a realizar un seguimiento de las tarjetas POLCA.

También sirven para comunicar y controlar 2 celdas, dentro de cada celda también se puede usar el Sistema Kanban para la reposición de materiales (Severino & Godinho, 2017).

La tarjeta POLCA indica que la celda de destino tiene capacidad para realizar el trabajo, y sirve como una señal visual ya que proporciona información al equipo de cada celda sobre si hay trabajo disponible (Suri,2018). En la figura 8 se muestra una tarjeta polca y 3 tipos de tarjetas especiales que existen en el sistema.

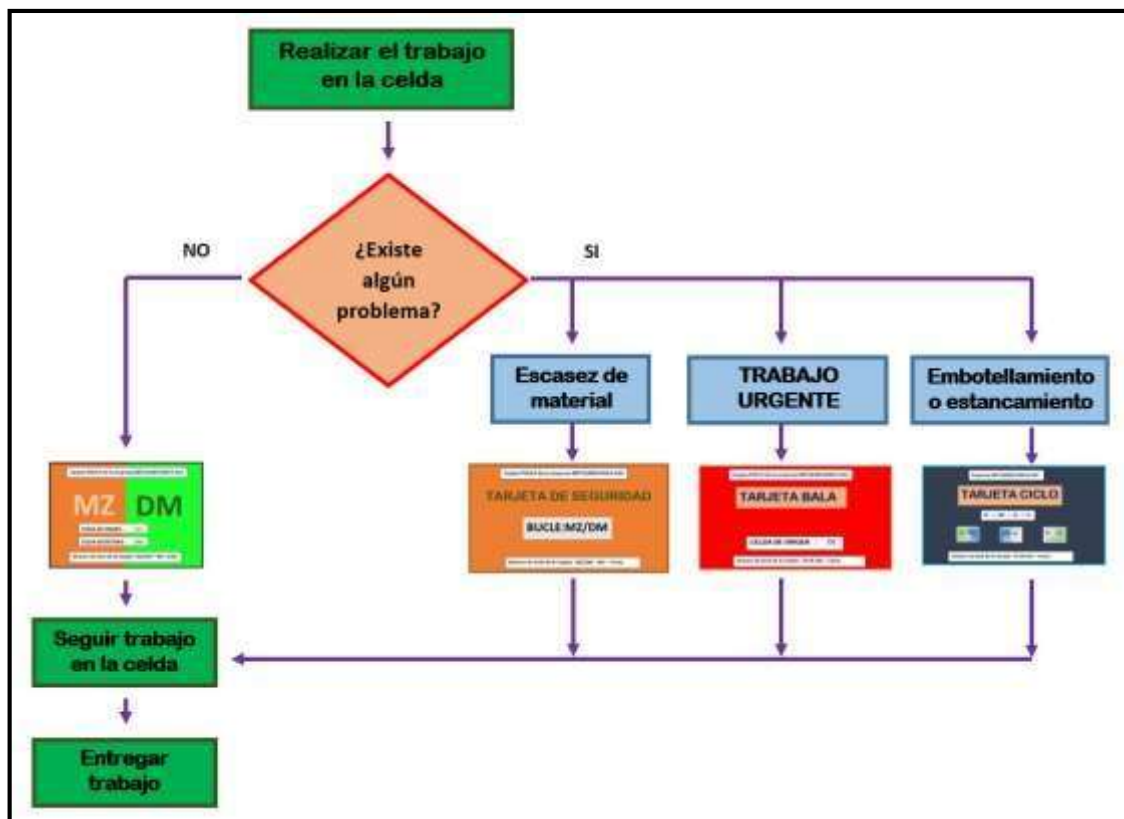


Figura 8: Diagrama de flujo para el uso de las tarjetas

## b) Tarjetas especiales POLCA

En la figura 7 se presenta 3 tipos de tarjetas POLCA especiales: Tarjeta de Seguridad, Tarjeta Bala y Tarjeta Ciclo, y a continuación se procede a describir cada una de ellas:

- **Tarjeta de seguridad:**



Tiene como objetivo garantizar que el problema con un trabajo en una celda no se convierta en problemas para otros trabajos, se recomienda que la tarjeta de seguridad POLCA sea de color naranja y debe estar a cargo de un gerente o planificador (Suri,2018). Presenta las siguientes características: i) liberar tarjetas polca debido a la escasez de materiales, ii) posee un número limitado de tarjetas por tanto solo deben ser utilizadas para situaciones inesperadas, iii) cuando llega el material a la celda, la tarjeta de seguridad trabaja como una tarjeta POLCA y autoriza a que se inicie el trabajo, iv) cuando se termina el trabajo en la celda se retira la tarjeta de seguridad , v) después de utilizar la tarjeta de seguridad la celda de planificación debe anotar cuando se utilizó, la razón por la que se necesitaba y cuando se resolvió el problema con el fin de mejorar el sistema POLCA (Suri & Krishnamurthy, 2003). Se recomienda que las tarjetas de seguridad sean 10% de las tarjetas polca (Pieffers & Riezebos, 2006).

- **Tarjeta Bala:**

Se utiliza cuando se presentan trabajos urgentes en la empresa, para eventos no planificados o inusuales y no se puede esperar mucho tiempo, esta tarjeta presenta las siguientes características: i) permite que un trabajo fluya rápidamente por todo el taller sin tomar en cuenta el TIEMPO DE DECISIÓN, ii) No necesita tener una fecha de autorización o una tarjeta POLCA posterior, se debe avanzar con el trabajo lo más rápido posible por todas las celdas, iii) si un trabajo tiene una tarjeta bala solo tendrá esta tarjeta durante todo su trayectoria, dándole a la celda prioridad para trabajar y al final del trabajo se devuelve la tarjeta bala a su propietario, iv) solo debe ser utilizada por un gerente , v) como máximo se debe tener 4 tarjetas bala en toda la empresa, vi) se recomienda que sea de color rojo (Suri,2018).

- **Tarjeta Ciclo:**

Se usa para eliminar un posible embotellamiento o estancamiento del trabajo, funciona como un comodín y se utiliza junto con el material hasta terminar todo su trabajo por las

celdas, generalmente se aplica cuando hay pocas tarjetas POLCA lo cual ayuda a mejorar el cálculo de las tarjetas POLCA (Suri,2018).

### **C) Fórmula para hallar el número de tarjetas POLCA**

Para hallar en número de tarjetas en cada bucle se realiza con una formula, pero antes se debe conocer en concepto de Quantum debido a que es una pieza fundamental para el cálculo.

**QUANTUM:** Es un límite en el tamaño de trabajos relacionados con una sola tarjeta POLCA (Thürer et al., 2018). Indica la capacidad de trabajo que debe realizar una tarjeta POLCA o la cantidad de material que debería acompañar a una tarjeta POLCA, por ejemplo, se tiene una caja que transporta 7 tableros, entonces cada caja llevaría una tarjeta POLCA y el QUANTUM sería una tarjeta POLCA que representa 7 tableros (Suri,2018).

Si el QUANTUM es demasiado grande implicaría pocas tarjetas POLCA entre un bucle de dos celdas, lo que generaría embotellamientos o estancamientos en las celdas y si es demasiado pequeño implicaría demasiadas tarjetas POLCA entre un bucle de dos celdas lo que ocasionaría difícil el seguimiento de las tarjetas POLCA, por tanto, se debe analizar correctamente su valor (Krishnamurthy & Suri, 2009).

La fórmula de la tarjeta polca nos sirve para hallar el número de tarjetas POLCA para cada celda y fue planteada por (Suri,2018), a continuación, se presenta la fórmula:

$$\text{NumAB} = (\text{LA} + \text{MovAB} + \text{LB} + \text{RetBA}) \times (\text{Flow AB}) \times (1+S) / (\text{D})$$

En la figura 9 se presenta un bucle POLCA que nos va a servir para analizar la fórmula de la tarjeta POLCA.

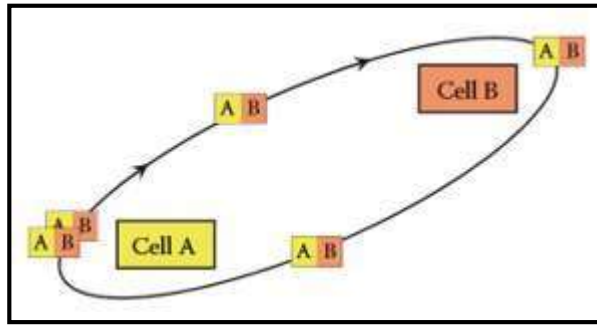


Figura 9: BUCLE POLCA

Donde:

- NumAB: Número de tarjetas POLCA en el bucle A/B.
- LA: Cantidad en días que se demora en realizar el trabajo la celda A.
- MovAB: Tiempo promedio que un trabajo se trasladen de la celda A la celda B.
- LB: Cantidad en días que se demora en realizar el trabajo la celda B.
- RetBA: Tiempo promedio que una tarjeta POLCA sea devuelta de la celda B a la celda A.
- Flow AB: Es el número total de veces que una tarjeta POLCA fluye de A hacia B y depende de su elección del QUANTUM.
- S: Es el margen de Seguridad y se recomienda que sea 10% ó sea 0.1.
- D: Es el periodo de planificación, se recomienda que sea un mes o un trimestre.

#### 2.2.5.5 Implementación de POLCA

Según (Suri,2018) la implementación POLCA debe transcurrir por 4 fases el cual se muestra en la figura 10.

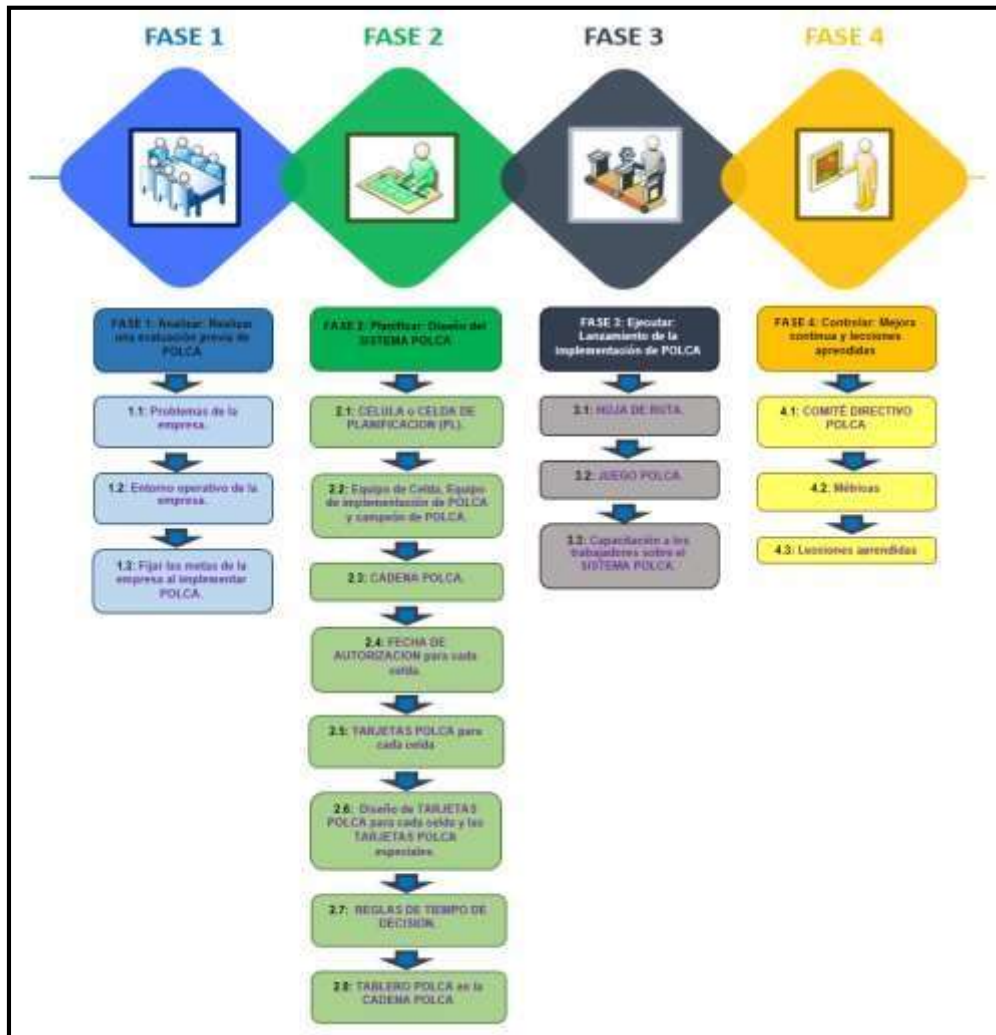


Figura 10: Implementación POLCA

Las fases de la implementación de POLCA tienen como objetivo garantizar que se desarrolle de manera ordenada el sistema.

### 2.2.6 Herramientas de soporte al QRM

QRM es un enfoque que nos permite examinar y reducir los plazos de tiempo de entrega en la empresa, contiene herramientas como POLCA y MCT, también se puede utilizar otras herramientas que nos permitan sumar al análisis y mejorar el tiempo de entrega, dentro de estas se encuentra SIPOC y también las herramientas LEAN como las 5S, POKA YOKE, Visual Board y VSM debido a que no son muy costosas aplicarlas; a continuación, se describirá las herramientas que servirán como soporte a QRM.

- SIPOC

La herramienta SIPOC nos permite conocer las entradas, los proveedores, los procesos, las salidas y los clientes de un proceso (Torres, 2014).

- 5 ´S

Las 5 ´S es un método para crear una cultura de trabajo en la organización (ver figura 11).



*Figura 11: Las 5 S japonesas*

- 1) SEIRI: Clasificar lo necesario y el desperdicio.
- 2) SEITON: Colocar lo necesario de una manera fácil de usar.
- 3) SEISO: Limpiar constantemente el área y mantenerlo limpio.
- 4) SEIKETSU: Mantener y habituar las 3S anteriores.
- 5) SHITSUKE: Acostumbrar a cumplir con las reglas.

Las 5 S son una de las bases fundamentales del TPS, en donde las 5 S no solo es limpieza va más allá, se debe comprender como una cultura de trabajo y de vida ( Manzano y Gisbert , 2016).

- Poka Yoke

Esta herramienta nos permite eludir errores dentro de las fases y tareas en la empresa, si bien pueden ser errores elementales, pero pueden causar cuello de botellas, desperdicios

y finalmente desagrado de los clientes (Ibarra y Ballesteros, 2017). El Poka Yoke nos permite evitar errores para poder brindar un producto de calidad teniendo presente la meta del cero defectos.

- **Gestión Visual (Visual Board)**

Se delimita como la información entendible y visual de todos los procesos con el objetivo de sensibilizar y observar cómo se puede perfeccionar, para lo cual se requiere la colaboración de todos los trabajadores debido a que idea en idea se obtiene la mejora (Sarria et al., 2017). La Gestión Visual ayuda al genba a detectar anomalías para tomar decisiones y evitar realizar procesos que no agreguen valor.

### **2.2.7 Tiempo de entrega**

Un concepto central en QRM es el “tiempo de entrega”, o más precisamente, la reducción del tiempo de entrega. Dado que, ello impulsará la toma de decisiones de la dirección y se establecerán las métricas de rendimiento, a continuación, se mostrarán los diferentes significados del tiempo de entrega.

MCT (Manufacturing Critical Path Time): QRM presenta el tiempo crítico de fabricación como la métrica fundamental de tiempo de entrega. Se denomina tiempo de ruta crítica de fabricación como la porción típica de tiempo calendario desde que el cliente realiza un pedido hasta que la primera parte de ese pedido es entregada al cliente. La meta de esta métrica es suministrar una valoración aproximada de tiempo que permita orientar en la dirección correcta el tiempo de entrega, asimismo busca mostrar tanto el resultado, como la forma en la que se logra el mismo (Suri,2010).

- **Tiempo de entrega (convencional):** Duración desde que un cliente realiza una demanda hasta que el cliente lo recibe.
- **Tiempo de entrega externo:** Periodo de entrega percibido por los clientes.
- **Plazo de ejecución interno:** El tiempo que tardan los trabajos en llegar a la organización.

- **Tiempo de entrega cotizado:** El tiempo de entrega que los vendedores están cotizando actualmente a los clientes.
- **Tiempo de entrega del proveedor:** El tiempo que lleva obtener material de los proveedores.
- **Plazo de ejecución de planificación:** El valor utilizado para cada paso de enrutamiento en el sistema Planificación de necesidades de material (MRP) o Planificación de recursos empresariales (ERP).

### **2.3 Definición de términos**

- Proceso: según Harrington et. al. (1997) citado por (Damij & Damij, 2014) es un conjunto de actividades que están relacionados de forma lógico y secuencial (conectado) en donde toma una entrada de un suministrador, le agrega valor y produce una salida para el cliente
- Sistema PULL: es el sistema de extracción o jalar implementado en Toyota entre 1955 y 1965 (Erozan, 2019). Según Hopp y Spearman (2004) citado por (Riezebos, 2014) lo define como "uno que limita explícitamente la cantidad de trabajo en progreso que puede estar en el sistema".
- Sistema PUSH: es el sistema empujar que se utilizó en siglo 19, este sistema funciona empujando la producción desde la estación inicial, no se necesita una orden de de pedido para fabricar y se genera stock de materiales (Erozan, 2019).

**CAPÍTULO 3:**

**MARCO METODOLÓGICO**



### **3.1 Variables**

Las variables en una investigación es todo aquello que se mide, el estudio que se recolecta, como también, los datos que se obtienen con el objetivo de contestar las preguntas de investigación (Villasís y Miranda, 2016).

A continuación, se mencionan las variables del presente estudio:

**Variable independiente:** Aplicación de Quick Response Manufacturing

**Variable dependiente:** Reducir el tiempo de entrega del proceso de fabricación de una máquina plastificadora en una empresa metalmecánica.

#### 3.1.1 Operacionalización de las variables

La variable Quick Response Manufacturing fue estimada a través de cuatro dimensiones:

- Visual Board: es una técnica gráfica que permite representar de forma detallada todo el proceso de fabricación, por ello, muestra directamente el dato del porcentaje de avance del proceso de fabricación (%) de todas las áreas involucradas.
- POLCA: esta herramienta se midió por medio de indicadores del porcentaje de cumplimiento en los procesos de fabricación involucrados.

$$\%Cumplimiento = \frac{\text{tiempo de fabricación del proceso}}{\text{tiempo real del proceso}} * 100$$

- 5 S: en este punto se empleó un rango de calificación de acuerdo al puntaje final que se obtiene.

$$\text{Puntaje Final} = \frac{\text{Puntaje alcanzado}}{\text{Puntaje obtenido}}$$

- POKA YOKE: el Check List creado permite evitar y reducir los errores al ensamblar la máquina.

$$\%Errores = \frac{\text{cantidad de errores}}{\text{N° de máquina}} * 100$$

La variable dependiente, tiempo de entrega, se midió en base a las dos dimensiones de los procesos críticos, ensamble eléctrico y ensamble eléctrico y mecánico. Los indicadores y escalas se encuentran detallados en la matriz de Operacionalización, revisar Anexo 3.

### **3.2 Tipo de investigación**

El tipo de investigación que se ha desarrollado en el actual trabajo es la investigación aplicada, porque se ejecuta de forma organizada (análisis de datos y recolección) también es rigurosa y se lleva a cabo respetando el marco teórico de la metodología de solución. Se toma información del marco teórico y se aplica directamente en la empresa, obteniendo datos cuantitativos y cualitativos.

### **3.3 Diseño de investigación**

El diseño de la investigación identificado es experimental (cuasi experimental) porque se han estudiado la relación de causa efecto, pero no en los términos de control riguroso de todos los factores que puedan impactar a la investigación, generándose una aproximación de los resultados en situaciones en las que no es posible el control y manipulación total de las variables involucradas.

### **3.4 Enfoque de investigación**

El enfoque de la presente investigación es cuantitativo porque se han recogido y analizado datos cuantitativos. Para este enfoque se identifican una serie de componentes lógicamente ordenados que suministran una guía y estructura al realizar la investigación, los cuales se organizan en etapas y fases (Monje,2011).

### **3.5 Técnicas e instrumentos de recolección, procesamiento y análisis de datos**

- Genchi Genbutsu: ésta técnica se basa en presenciar el lugar de origen y observar lo que está ocurriendo, buscando comprender la situación actual del problema, citado por (Liker, 2004).
- Diagrama de Hilos: permite analizar a detalle el recorrido de los operarios, de los materiales o del equipo durante una secuencia determinada de fases (Puma, 2011).
- Diagrama Causa-Efecto (Ishikawa): nos permite obtener un asentimiento respecto a un problema difícil, con todas las relaciones y elementos evidentes a cualquier grado de detalle requerido (Romero y Díaz, 2010).
- Diagrama Pareto: se refiere a separar gráficamente las causas más significativas de las triviales de un problema, para esto se aplica la regla 80/20 o la ley de Pareto es decir que el 80% del resultado es generado por el 20% de las causas (González, 2017).

### **3.6 Validación y confiabilidad de los instrumentos**

La validación hace referencia al nivel en que un mecanismo de medición realmente mide la variable que se pretende calcular (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014).

Para la validación del instrumento, se consideró el juicio de expertos (ver tabla 1), el cual indica el nivel en el que el instrumento mide la variable a través de personas expertas y calificadas acerca de la pertinencia, relevancia, claridad y suficiencia de cada uno de los ítems del instrumento empleado para la medición, en este caso, el cuestionario de satisfacción del cliente externo.

Instrumento de medición: Encuesta de satisfacción del cliente externo					
Expertos	Pertinencia	Relevancia	Claridad	Suficiencia	Condición final
Luzgardo Chávez (Ingeniero Mecánico)	Si	Si	Si	Si	Si
Donny Chávez (Ingeniero Industrial)	Si	Si	Si	Si	Si
Lila Chávez (Ingeniero Industrial)	Si	Si	Si	Si	Si

*Tabla 1: Validación del instrumento de medición*

## **CAPÍTULO 4:**

### **METODOLOGÍA PARA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA**

#### **4.1 Análisis de la situación actual (Diagnostico de la empresa)**

La empresa LCH GRAPHIC EQUIPMENT SAC se dedica a la fabricación de máquinas metalmecánicas para la industria gráfica, cuenta con más de 35 años de experiencia y participación en el mercado nacional e internacional, teniendo como objetivo y enfoque la búsqueda y desarrollo de nueva tecnología que permita exponer a la industria gráfica como un aporte a favor de la humanidad como medio de subsistencia y trabajo.

**Misión:** Fabricar máquinas industriales que ofrezcan valor agregado a nuestros clientes.

**Visión:** Ser una marca reconocida a nivel nacional e internacional, ofreciendo máquinas con alto nivel de tecnología.

#### **Estrategias de Producción:**

La empresa metalmecánica considera las siguientes estrategias en el proceso de producción:

- Entregar máquinas plastificadoras a los clientes en el tiempo acordado.
- Fomentar la colaboración y el trabajo en equipos en todos los trabajadores.
- Entregar productos de alta calidad.
- Adoptar las nuevas tecnologías al proceso de fabricación de las máquinas.
- Migrar o evolucionar de la mano de obra a la mente de obra.

A continuación, se presenta el organigrama de la empresa (ver figura 12):



*Figura 12: Organigrama de la empresa*

El proceso de fabricación de la máquina es el más importante debido a que esta empresa se dedica a fabricar y vender máquinas, este proceso también es el más crítico ya que el 100% de los productos no se entregan a tiempo generando molestia y pérdida de clientes, también se genera demasiado cuello de botella, debido que cuando se presentan pedidos urgentes se detiene todo el proceso de fabricación para dar prioridad al pedido urgente generando WIP.

A continuación, se presenta el mapa de procesos, con el fin de analizar toda la fabricación de la máquina.

#### 4.1.1 Mapa de procesos

Este diagrama muestra de manera global los procesos que se desarrollan en la empresa, también permite visualizar como se realiza el trabajo en la empresa (ver figura 13).

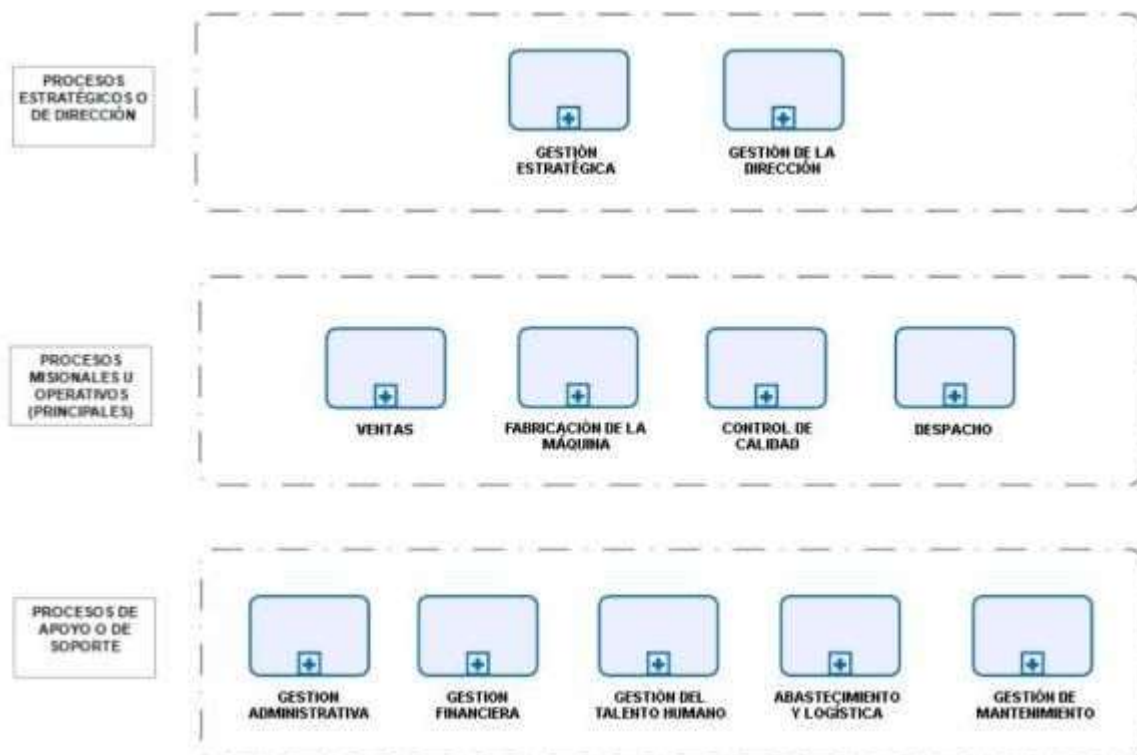


Figura 13: Mapa de procesos de la empresa, Nivel cero.

En la figura 13 se observa el Mapa de procesos de la empresa a nivel macro (Nivel 0) el cuál se clasifica en 3 tipos: Procesos estratégicos o de dirección, Procesos misionales u

operativos y Procesos de apoyo o de soporte, a continuación, se describe cada uno de ellos:

- Los procesos estratégicos o de dirección son los procesos que ayudan a dirigir a la organización, y está compuesto por: Gestión estratégica y Gestión de la dirección.
- Los procesos operativos son los procesos más importantes de la empresa, porque en ella se encuentra la cadena de valor (actividades que se encargan de cumplir con las necesidades o requerimientos del cliente mediante la máquina plastificadora), está compuesto por 4 procesos: Ventas, Fabricación de la máquina, Control de calidad y Despacho.
- Los procesos de soporte sirven de apoyo para el buen funcionamiento de los procesos operativos, está compuesto por 5 procesos: Gestión Administrativa, Gestión Financiera, Gestión del Talento humano, Abastecimiento y Logística y Gestión de Mantenimiento.

Dentro del Mapa de procesos existen jerarquías de procesos que nos permiten identificar a qué nivel pertenece cada proceso (ver figura 14).



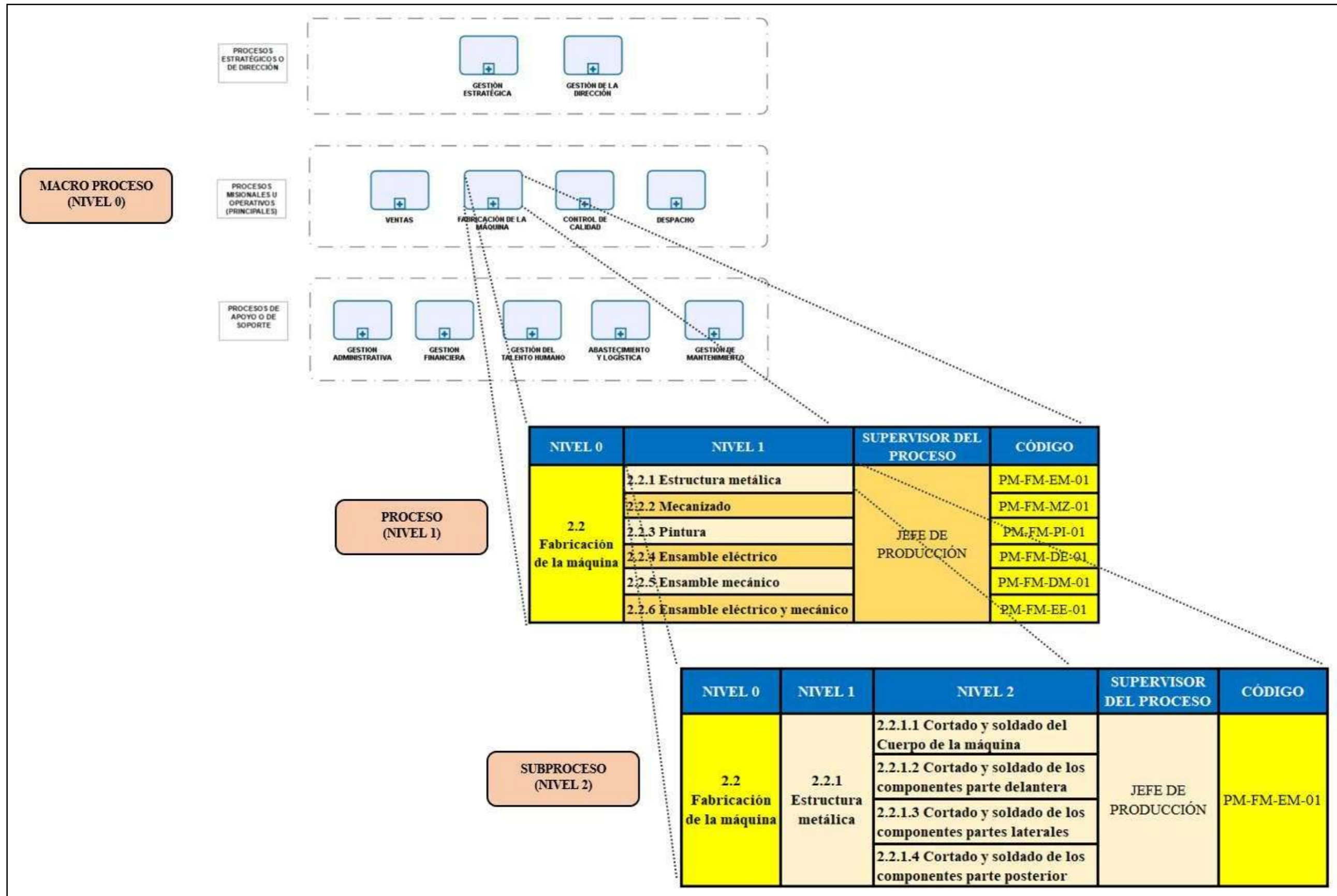


Figura 14: Jerarquía de procesos; Nivel 0,1 y2

La Jerarquía de procesos nos muestra 3 niveles, donde el nivel 0 se encuentra todos los procesos del mapa de procesos de la empresa, en el nivel 1 se encuentran todos los procesos que pertenecen a cada proceso del nivel 0, para este ejemplo se presenta todos los procesos que pertenecen al proceso de fabricación de la máquina y el nivel 2 nos muestra los subprocesos de todos los procesos del nivel 1, para este ejemplo se presenta todos los procesos que pertenecen al proceso de Estructura metálica. Estos 3 niveles nos permiten disgregar todos los procesos que pertenecen a la empresa, dentro del cual nos permite analizar todos los procesos que intervienen.

#### 4.1.2 Clientes

Los principales clientes de la empresa se encuentran ubicados en los países de México, Ecuador, Colombia, Chile, Bolivia, Perú y otros.

Algunos de los clientes son: Papelera de los Andes, Metrocolor, Sericrisa, Senefelder, Metalprint y otros

#### 4.1.3 Productos

La empresa posee alrededor de 25 tipos de máquinas como Plastificadoras, Print Screen, Hornos, Barnizadoras, Encuadernación, etc.

A continuación, se describe las principales máquinas con su respectiva descripción y ejemplo de aplicación en la industria (ver tabla 2):



Máquina	Descripción	Imagen	Ejemplo de aplicación
<b>PLASTIFICADORA</b>	La máquina plastificadora se encarga de laminar con varios tipos de plásticos al frío y al calor como BOOP		 Folletos
<b>PRINT SCREEN</b>	Impresora serigráfica equipado con un sistema de registro de micrómetro y panel de mando electrónico lo que permite una impresión de un ciclo o más en superficies planas .		 Avisos de marcas
<b>HORNO</b>	Horno UV de alta eficiencia, con fuente de poder electrónica y 3 niveles de potencia de intercambio automático, enfriamiento por aire , posee una mando electrónico.		 Parabrisas
<b>BARNIZADORA</b>	Barnizadora con 4 rodillos regulación de presión individual, para garantizar alto brillo y uniformidad en barnizado UV mate, brillante y primer, dosificador electrónico.		 Afiches
<b>ENCUADERNACIÓN</b>	Encuadernación de libros semiautomática, para talleres de producción digital y fotbook impresores. Velocidad de producción 400 libros/hora, mando digital y pantalla LCD.		 Cuadernos

Tabla 2: Productos de la empresa

A continuación, se presenta las ventas de máquinas en el año 2019 (ver tabla 3)

Máquina	# Ventas (2019)	% Ventas
<b>PLASTIFICADORA</b>	24	34%
<b>PRINT SCREEN</b>	15	21%
<b>HORNO</b>	12	17%
<b>BARNIZADORA</b>	8	11%
<b>ENCUADERNACIÓN</b>	4	6%
<b>Otros</b>	8	11%
<b>TOTAL</b>	71	100%

*Tabla 3: Ventas de máquinas en el año 2019*

En la tabla 4 se presenta las ventas de las máquinas plastificadoras y su porcentaje de incumplimiento de entrega.

Año	# ventas de plastificadoras	% Falta de incumplimiento de entrega de la máquina plastificadora
<b>2018</b>	24	100%
<b>2017</b>	27	100%
<b>2016</b>	32	100%
<b>2015</b>	36	100%
<b>2014</b>	40	100%
<b>TOTAL</b>	159	

*Tabla 4: Tabla de incumplimiento de entrega de la máquina plastificadora (2014-2018)*

Según la tabla 1 la máquina más vendida (24 máquinas al año aproximadamente) y principal es la plastificadora (es por ello que se ha escogido a esta máquina para el objeto de estudio) para lo cual se describe a continuación.

#### 4.1.4 Máquina plastificadora (Sujeto de estudio)

La máquina plastificadora se encarga de laminar con varios tipos de plásticos al frío y al calor como BOOP, ecológico (glue less), mate, brillante, polietileno; dejando un acabado de alta calidad en plastificado sin micro burbujas, a continuación, se presenta algunos ejemplos de la aplicación en la figura 15.



*Figura 15: Ejemplos de algunos casos de aplicación de la máquina plastificadora*

A continuación, se presenta la máquina plastificadora (ver figura 16)



*Figura 16: En el lado izquierdo se presenta la vista frontal de la máquina y al lado derecho se presenta la vista trasera.*

La máquina plastificadora tiene las siguientes características:

- Velocidad mecánica de 35 metros/minuto.
- Sistema anticurving que endereza los pliegos enrollados.
- Separador de pliegos automático en la salida.
- Un solo operario.
- Cuchilla de refile para bobina de plástico.
- Panel de mando con pantalla HMI a color.
- Mesa de salida donde se aplica todo el material plastificado.
- Se fabrican en 55, 75 y 105 ancho útil.

Según datos en los últimos 5 años 100% de los pedidos de la maquina plastificadora no se entrega a tiempo, lo que demuestra que no se tiene un correcto sistema de planificacion y control, para ello se debe buscar otro sistema que sea más eficiente para que pueda entregar la maquina plastificadora en el tiempo establecido para lograr aquello se presenta las siguientes alternativas de solución.

#### **4.2 Planteamiento de alternativas de solución**

Se presentan 3 metodologías para la solución del problema: Quick Response Manufacturing (QRM), Six Sigma y Time Based Competition (TBC); se describe a continuación en que consiste cada uno.

##### **4.2.1 Quick Response Manufacturing (QRM)**

QRM se centra principalmente en minimizar el tiempo de entrega, esta metodología se ha implementado con éxito en Brasil, Europa y Estados Unidos.

Quick Response Manufacturing es una metodología que tiene como objetivo la reducción de los tiempos muertos que se producen diariamente en una empresa. Estos se pueden generar a partir de diversos factores, tales como: las colas, el sobre proceso o las esperas y, claramente, infiere una reducción en la producción final.

QRM no se restringe sólo en el área de producción, sino que busca aplicarse en todas las áreas de la empresa, desde el área administrativa hasta el de distribución, uno de los

puntos importantes para lograrlo es adaptar la capacidad de los equipos frente a cualquier demanda. Por ello, QRM centra su estrategia en cuatro núcleos

La herramienta más importante del QRM es el Manufacturing Critical-Path Time (MCT), una métrica que, busca reducir el tiempo de la ruta crítica de fabricación, alcanzando tiempos más rápidos en toda la empresa. (Nelfiyanti,2020).

#### **4.2.2 SIX SIGMA**

El término Six Sigma se refiere a tener 3,4 defectos por cada millón de oportunidades, lo que permite producir producto de alta calidad con el menor número de defectos (Costa et al., 2017).

La metodología Six Sigma tiene como objetivo perfeccionar la calidad de productos, servicios y procesos a través de técnicas estadísticas (es muy importante que se tengan datos), para lograr ello es muy importante de reducir la variabilidad o variación de los procesos para que lo productos posean los mismos parámetros, generando valor agregado para los clientes y excelencia de calidad y servicio (Costa et al., 2019).

Las Principales estrategias de Six Sigma son: Diseño / Rediseño de Procesos, Mejora de procesos y Gestión de procesos (Ertürk et al., 2016).

Según (Pugna et al., 2016) la metodología Six Sigma presenta dos enfoques:

- DMAIC: D – Define (Definir), M – Measure (Medir), A – Analyse (Analizar), I – Improve (Mejorar), C – Control (Controlar); estas 5 fases se aplican cuando se tiene un proceso o producto existente que se va a mejorar.
- DMADV: D – Define (Definir), M – Measure (Medir), A – Analyse (Analizar), D – Design (Diseñar), V – Verify (Verificar); estas 5 fases se aplican a nuevos proceso o productos.

### 4.2.3 Time Based Competition (TBC)

La metodología Competencia Basada en el Tiempo, se define como la ventaja estratégica derivada de ejecutar el ciclo de pedido a la entrega más compacta, eficiente, y rentable, tanto para el proveedor como para el consumidor. La idea central de esta metodología gira en torno a la reducción del tiempo durante cada etapa del ciclo general, es decir, acortar el tiempo de las siguientes actividades: planificación, diseño, creación de productos, introducción a la innovación, producción, suministro, comercialización y distribución considerando necesidades y expectativas del consumidor (Sapkauskiene et Leitoniene,2013).

El tiempo operacional en el cambio de valor requiere una revisión estratégica para hacer frente a la compresión del tiempo y la presión de mercado basada en la demanda (Dempsey & Heard, 2014). En la figura 17, se muestra algunas ventajas de la aplicación de la Metodología TBC, desde el lado de producción, como tener una mayor eficiencia y productividad. Mientras que, desde el punto cliente, se tendrá una disponibilidad mayor de productos y la influencia a nuevos segmentos de mercado.



Figura 17: Ventajas básicas proporcionadas por la Competencia Basada en el tiempo (Dempsey & Heard, 2014)



**CAPÍTULO 5:**

**JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ESCOGIDA**

En este capítulo se va escoger y justificar una de las 3 metodologías.

### **5.1 Justificación**

La matriz de priorización se basa en la estrategia de manufactura planteada por Hill y Hill (2018), Hayes y Wheelwright (1984) y Slack y Lewis (2015) citado por (Yayoe et al., 2019), en la tabla 5 se presenta los siguientes objetivos a tener en cuenta para escoger una metodología, donde se presenta los criterios que se deben considerar para aplicar la metodología.

<b>Criterios (Ventaja competitiva)</b>	<b>Descripción</b>
Calidad	Los productos deben ajustarse a las especificaciones del cliente para lograr una ventaja competitiva de fabricación de calidad con respecto a los demás fabricantes.
Flexibilidad	El sistema de fabricación se debe adaptar a las demandas cambiantes de los clientes, donde los requerimientos del cliente deben ser atendidas a la brevedad posible. Esta capacidad significa que el sistema de fabricación puede cambiar al ritmo adecuado.
Costo	Fabricar los productos a bajo costo; siendo más eficiente que la competencia. Esta ventaja competitiva se logra negociando recursos de bajo costo y ejecutando eficientemente el proceso.
Velocidad	Efectuar con el tiempo de fabricación del producto, se debe implementar mecanismos que ayuden a mejorar el sistema de fabricación del producto.
Innovación	Diseñar nuevos procesos que permitan planificar eficientemente la fabricación del producto, logrando fabricar más productos en menos tiempo.
Confianza	Cumplir con el tiempo de entrega del producto, que inicia desde el pedido del producto hasta la entrega del mismo, cuando el producto se entrega a tiempo da una buena imagen de la empresa.

*Tabla 5: Criterios de Ventaja Competitiva*

Para aplicar la matriz de priorización se debe tener en cuenta valores para ponderar de acuerdo al juicio de expertos (ver tabla 6).

Valor	Impacto
1	BAJO
3	REGULAR
5	MEDIO
7	ALTO
9	MUY ALTO

Tabla 6: Ponderación para la matriz de priorización

En la tabla 7 se presenta la matriz de priorización, en donde se evalúa las 3 metodologías SIX SIGMA, QRM y TBC.

			QRM		SIX SIGMA		TBC	
N°	CRITERIOS	Importancia al cliente (1 al 10)	IMPACTO (1 al 9)	Impacto ponderado	IMPACTO (1 al 9)	Impacto ponderado	IMPACTO (1 al 9)	Impacto ponderado
1	Calidad	10	9	90	9	90	7	70
2	Flexibilidad	5	7	35	3	15	5	25
3	Costo	10	7	70	7	70	7	70
4	Velocidad	6	9	54	9	54	7	42
5	Innovación	5	7	35	3	15	5	25
6	Confianza	10	9	90	8	80	5	50
<b>TOTAL</b>			<b>48</b>	<b>374</b>	<b>39</b>	<b>324</b>	<b>36</b>	<b>282</b>

Tabla 7: Matriz de priorización

Con apoyo del Jefe de producción y Administrador de la empresa (ambos ingenieros industriales) se realizó el juicio de expertos de las 3 metodologías a través de la matriz de priorización donde se analizaron bajo 3 enfoques: Criterios (calidad, flexibilidad, costo, velocidad, innovación y confianza), Importancia al cliente e Impacto de la metodología; luego se obtuvo un impacto ponderado de cada metodología.

## **5.2 Selección de la metodología**

De acuerdo a los resultados de la matriz de priorización, la suma de los impactos ponderados del QRM es de 374 siendo mayor a las otras 2 metodologías por lo tanto se selecciona a la metodología QRM para su aplicación en la empresa mediante una propuesta, con el fin de reducir y cumplir con los tiempos de entrega, todo ello validado por el gerente general.

**CAPÍTULO 6:**

**IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA**

En este capítulo se presenta las herramientas que se han utilizado de la metodología QRM y otras herramientas de soporte con el objetivo de analizar y plantear alternativas de solución frente al problema de la entrega a tiempo de la máquina plastificadora. Para la implementación de la propuesta, se aplicarán diversas herramientas, las cuáles se dividen en herramientas de diagnóstico, análisis y mejora. Seguidamente, en la figura 18 se detallan las herramientas a utilizar.



Figura 18: Metodología Empleada

### **6.1 Diagnóstico**

Mediante el diagnóstico se quiere identificar las características propias del proceso actual de la empresa, con el fin de identificar con mayor precisión los problemas que causan el impacto negativo en la entrega de los pedidos a los clientes. Por ello, se procederá con la ejecución de la ruta crítica de fabricación.

### 6.1.1 Manufacturing Critical-Path Time (MCT)

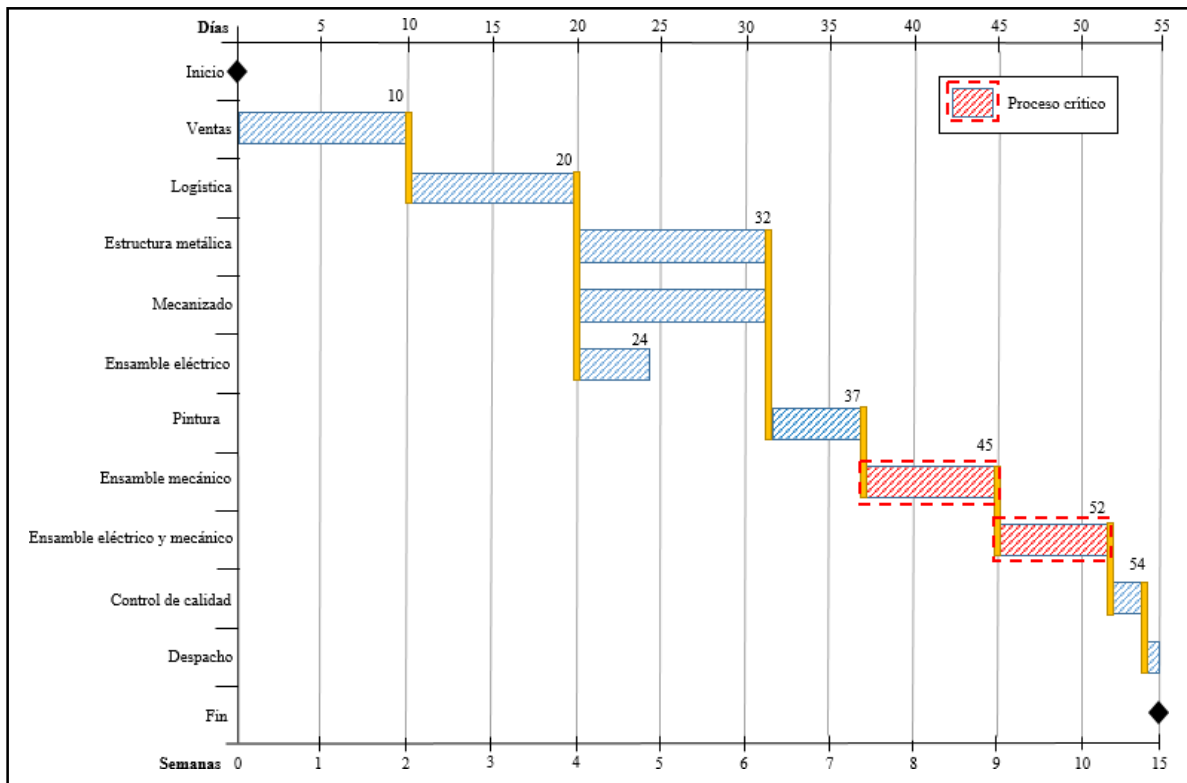


Figura 19: MCT actual de la fabricación de la plastificadora

De acuerdo al gráfico del MCT presentado, se infiere que el proceso de fabricación de 1 máquina toma un total de 55 días, este proceso abarca desde la venta inicial hasta el despacho del producto terminado. Los procesos más críticos se encuentran resaltados de color rojo, los cuáles son ensamble mecánico y ensamble eléctrico y mecánico.

Asimismo, los procesos que toman mayor tiempo en ejecutarse son los de fabricación de estructura metálica y mecanizado, desarrollándose a la par que el ensamble eléctrico.

### 6.1.2 SIPOC

El diagrama SIPOC permite identificar la comunicación directa de todos los procesos que están implicados en la fabricación, además de sus entradas, salidas, proveedores y clientes. Seguidamente, se presenta el diagrama SIPOC del proceso de la fabricación de la máquina plastificadora (ver tabla 8).

SUPPLY (PROVEEDORES)	INPUT (ENTRADAS)	PROCESS (PROCESO)	OUTPUT (SALIDA)	CUSTOMERS (CLIENTES)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jefatura de Producción</li> <li>- Outsourcing</li> <li>- Jefatura de Producción</li> <li>- Área de diseño</li> <li>- Área de ventas</li> <li>- Área administrativa y compras y área de almacén y logística.</li> <li>- Empresa y proveedores externos.</li> <li>- Empresa</li> <li>- Gerencia y jefe de operaciones</li> </ul>	<p><b>Mano de obra:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Técnicos, Ingenieros, maestros.</li> <li>- Contadores</li> </ul> <p><b>Métodos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Metodología de Producción</li> <li>- Métodos y procedimientos de Trabajo</li> </ul> <p><b>Materiales:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Requerimientos del cliente</li> <li>- Planos eléctricos y mecánicos.</li> <li>- Información digital.</li> <li>- Materia prima, insumos y herramientas.</li> </ul> <p><b>Maquinaria:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Centro CNC, Torno CNC, torno convencional, máquina de soldar, sierra vaivén, fresadora universal.</li> </ul> <p><b>Medio ambiente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Áreas de trabajo.</li> <li>- Iluminación.</li> <li>- Infraestructura adecuada</li> </ul> <p><b>Medición:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Control de orden de fabricación.</li> <li>- Seguimiento de los tiempos de entrega al cliente</li> </ul>	<p>FABRICACIÓN DE LA MÁQUINA PLASTIFICADORA</p> <pre> graph TD     1[1: VENTA] --&gt; 2[2: LOGÍSTICA]     2 --&gt; 3[3: ESTRUCTURA METÁLICA]     3 --&gt; 4[4: MECANIZADO]     4 --&gt; 5[5: PINTURA]     5 --&gt; 6[6: ENSAMBLE ELÉCTRICO]     6 --&gt; 7[7: ENSAMBLE MECÁNICO]     7 --&gt; 8[8: ENSAMBLE ELÉCTRICO Y MECÁNICO]     8 --&gt; 9[9: CONTROL DE CALIDAD]     9 --&gt; 10[10: DESPACHO] </pre>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Máquina plastificadora</li> <li>- Certificado de conformidad de la máquina.</li> <li>- Orden de cotización</li> <li>- Orden de compra.</li> <li>- Orden de fabricación.</li> <li>- Planos eléctricos y mecánicos.</li> <li>- Reporte de horas extras.</li> <li>- Reporte de accidentes.</li> <li>- Reporte de gastos.</li> <li>- Requerimientos de materiales</li> <li>- Desperdicios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cliente</li> <li>- Jefatura de Producción</li> <li>- Área de almacén y logística</li> <li>- Área de mermas</li> </ul>

Tabla 8: SIPOC de la fabricación de la plastificadora

El SIPOC que trabaja en conjunto con el MCT y Mapa de procesos, nos muestra 6 procesos principales del nivel 1 que participan en la fabricación de la máquina plastificadora, donde el proceso 7 Ensamble mecánico y el proceso 8 Ensamble eléctrico y mecánico representan los procesos críticos.

### 6.1.3 Diagrama de hilos

Este diagrama plasma el desplazamiento de la fabricación de la máquina a través de las principales áreas, permitiendo visualizar con claridad las diferentes fases del proceso e identificar cuan extenso o no es el trayecto.

Considerando la información del SIPOC presentado se procede a listar los procesos identificados en el diagrama de hilos que servirá como base para la realización del diagrama de flujo.

P1: Recibir pago y Recepcionar la orden de cotización de la máquina.

P2: Emitir y entregar la orden de compra.

P3: Emitir y entregar la orden de fabricación.

P4: Verificar el stock de materiales de la máquina.

P5: Efectuar la orden de compra de requerimientos de materiales.

P6: Recibir la orden de compra de requerimientos y emitir la orden de compra a los proveedores.

P7: Recepcionar los materiales de proveedores.

P8: Entregar los materiales.

P9: Entregar los planos de estructura y piezas metálicas.

P10: Fabricar y enviar la estructura metálica.

P11: Mecanizar las piezas y almacenarlas.

P12: Realizar el ensamble eléctrico.

P13: Pintar y enviar la estructura metálica.

P14: Realizar el ensamble mecánico.

P15: Realizar el ensamble eléctrico y mecánico.

P16: Realizar el control de calidad.

P17: Entregar la máquina plastificadora al cliente.

Estos 17 procesos nos permiten realizar el diagrama de flujo, el cual, se presenta en el Anexo 4.

En la figura 20 se tiene un análisis de los 10 procesos del MCT y los 17 procesos del diagrama de flujo, con la finalidad de analizar a profundidad el proceso.



ANÁLISIS DE LOS PROCESOS PRINCIPALES EN LA FABRICACIÓN DE LA MÁQUINA PLASTIFICADORA			
PROCESOS PRINCIPALES (Visual Board)		DIAGRAMA DE FLUJO (17 PROCESOS)	Tiempo antes de la Aplicación QRM
		Nº DE PROCESO	
1: VENTA		P1,P2	10
2: LOGÍSTICA	PRODUCTOS NACIONALES	P3,P4,P5,P6,P7y P8	6
	PRODUCTOS INTERNACIONALES	P3,P4,P5,P6,P7y P8	35
	TERCERIZACIÓN	P3,P4,P5,P6,P7y P8	10
3: ESTRUCTURA METÁLICA		P9 y P10	12
4: MECANIZADO	TORNO CNC	P9 y P11	12
	CENTRO MECANIZADO	P9 y P11	4
	MÁQUINAS CONVENCIONALES	P9 y P11	8
5: PINTURA		P13	5
6: ENSAMBLE ELÉCTRICO		P12	4
7: ENSAMBLE MECÁNICO		P14	8
8: ENSAMBLE ELÉCTRICO Y MECÁNICO		P15	7
9: CONTROL DE CALIDAD		P16	2
10: DESPACHO		P17	1
TIEMPO TOTAL:			55
PROCESO OPERATIVO - NIVEL 1 - FABRICACIÓN DE LA MÁQUINA			32

Figura 20: Análisis de los procesos principales en la fabricación de la máquina plastificadora (P=PROCESO)

El diagrama de hilos se presenta en el Anexo 5, el cual, muestra el recorrido en toda la planta.

#### 6.1.4 Genchi Genbutsu

Para lograr un mayor alcance de la problemática actual de la empresa, se recogió información a través de entrevistas personales a colaboradores que se desempeñan en las cuatro áreas más relevantes del proceso, para poder determinar las condiciones actuales de trabajo (ver tabla 9).

Para ello se realizaron 12 preguntas, las cuales se encuentran detalladas en el cuestionario del Anexo 6.

<b>ÁREA</b>	<b>VOZ DEL PROCESO (causas que generan altos tiempos de entrega)</b>
<b>Estructura metálica</b>	<p>Falta de planificación para iniciar con la fabricación de estructuras.</p> <p>Planos mecánicos mal diseñados y constantes modificaciones.</p> <p>Falta de conocimiento de procesos de fabricación por parte de los colaboradores (falta de entrenamiento o capacitación), esto genera retrasos.</p> <p>Ineficiente comunicación entre el área administrativa y de producción.</p> <p>Desorden de materiales y herramientas (falta de espacio para organizar).</p> <p>No hay un correcto inventario de materiales en el área de estructura, por ello no hay stock para iniciar con fabricación.</p> <p>Desmotivación para realizar las funciones de forma adecuada.</p>
<b>Mecanizado</b>	<p>Falta de planificación para iniciar con el mecanizado de piezas.</p> <p>No hay clasificación de materiales y herramientas, por medida, tamaño o estado.</p> <p>No hay buena iluminación en el área.</p> <p>No hay un área específica para colocar las piezas de máquina entrantes y salientes.</p> <p>Falta de conocimiento de procesos de fabricación por parte de los colaboradores generando retrasos.</p> <p>No hay un correcto control de materiales para verificar stock y comenzar con la fabricación.</p> <p>Falta de trabajo en equipo.</p> <p>Falta de mantenimiento preventivo a equipos.</p>
	<p>Falta de planificación para iniciar con el pintado de estructuras y piezas.</p>

<p><b>Pintura</b></p>	<p>No hay división de áreas entre lavado y pintado.</p> <p>No hay espacio ni señalización para productos de llegada, en proceso y listos para ensamblar.</p> <p>Falta de conocimiento de procesos de fabricación por parte de los colaboradores (falta de entrenamiento o capacitación), esto genera retrasos.</p> <p>Falta de EPP's necesarios para realizar el pintado.</p> <p>No hay buena iluminación y ventilación para realizar el trabajo.</p> <p>Mal funcionamiento de la cabina de pintado porque se fabricó en el propio taller de forma rudimentaria.</p> <p>Equipos de mala calidad.</p>
<p><b>Ensamble eléctrico y mecánico</b></p>	<p>Falta de planificación para la ejecución del proceso de ensamble eléctrico y mecánico, por ello no se inicia a tiempo.</p> <p>Desorden y falta de clasificación de herramientas y materiales.</p> <p>Falta de división de espacio de trabajo entre ensamble eléctrico y mecánico, esto genera mucho desorden.</p> <p>Falta de suministro de materiales a tiempo para iniciar con el ensamble eléctrico y mecánico.</p> <p>Falta de conocimiento de todos los procesos de fabricación por parte de los colaboradores (falta de entrenamiento o capacitación), esto genera retrasos.</p> <p>Desorden y falta de clasificación de productos, lo que no permite tener un correcto control de materiales y poder visualizarlos con facilidad.</p> <p>Falta de EPP's necesarios para realizar el ensamble.</p> <p>No hay buena iluminación y ventilación para realizar el trabajo.</p>

	<p>Algunos materiales que suministran son de mala calidad, lo que no permite realizar un trabajo óptimo.</p> <p>Falta de trabajo en equipo.</p> <p>Demora en la entrega de productos de importación a las áreas correspondientes.</p> <p>Desmotivación para realizar las funciones de forma adecuada.</p>
--	---

*Tabla 9: Voz del Proceso*

## **6.2 Análisis**

### 6.2.1 Diagrama de Ishikawa

En el siguiente diagrama se visualizan las causas principales subrayadas, éstas pertenecen a 3 grupos M (Método de trabajo, Mano de Obra y Materiales), las cuales fueron identificadas bajo la validación del Experto de Producción (ver figura 21).



Figura 21: Diagrama Ishikawa de la problemática de la empresa.

### 6.2.2 Diagrama de Pareto

Luego de la aplicación del diagrama causa efecto, se determinó la frecuencia de las causas principales que generan mayor impacto. Para ello, se han establecido parámetros del 0 al 3, cuyo significado se detalla a continuación:

0	La causa no afecta al área
1	La causa afecta indirectamente al área
2	La causa afecta moderadamente al área
3	La causa afecta directamente al área

Tabla 10: Parámetros para analizar las causas del Diagrama de Ishikawa

CAUSAS	ÁREAS				Total
	Estructura metálica	Mecanizado	Pintura	Ensamble eléctrico-mecánico	
Falta de planificación y control para iniciar con el proceso de fabricación.	3	3	3	3	12
Planos mecánicos mal diseñados y constantes modificaciones	2	2	0	2	6
Falta de orden y clasificación de materiales y herramientas (falta de espacio para organizar).	2	2	2	3	9
Falta de control de materiales (no hay claridad de stock).	3	3	2	3	11
No hay un área específica para colocar	2	1	2	3	8

las piezas de máquina entrantes y salientes.					
Falta de claridad de los procesos de fabricación por parte de los colaboradores generando retrasos.	3	3	3	3	12
Falta de mantenimiento preventivo a equipos.	1	3	0	1	5
Falta de EPP's necesarios para laborar.	2	2	2	2	8
Suministro de materiales fuera de tiempo.	2	2	2	2	8
No hay buena iluminación y ventilación para realizar el trabajo.	2	2	2	2	8
Suministros de materiales de mala calidad.	2	2	0	2	6
TOTAL	24	25	18	26	93

*Tabla 11: Tabla relación de las causas con áreas de trabajo*

De acuerdo a la tabla 11 se infiere que, el área más afectada por las causas identificadas es el área de ensamble eléctrico y mecánico con un total de 26. Posteriormente, se proceden a ordenar las frecuencias de mayor a menor y así poder realizar el diagrama de Pareto

Posteriormente, se presenta la tabla de resultados:

<b>Posibles causas del problema</b>	<b>Frecuencia con la que ocurre</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Frecuencia acumulada</b>	<b>Porcentaje acumulado</b>
Falta de planificación y control para iniciar con el proceso de fabricación.	12	13%	12	13%
Falta de claridad de los procesos de fabricación por parte de los colaboradores generando retrasos.	12	13%	24	26%
Falta de control de materiales (no hay claridad de stock).	11	12%	35	38%
Falta de orden y clasificación de materiales y herramientas (falta de espacio para organizar).	9	10%	44	47%
No hay un área específica para colocar las piezas de máquina entrantes y salientes.	8	9%	52	56%
Falta de EPP's necesarios para laborar.	8	9%	60	65%
Suministro de materiales fuera de tiempo.	8	9%	68	73%
No hay buena iluminación y ventilación para realizar el trabajo.	8	9%	76	82%
Planos mecánicos mal diseñados y constantes modificaciones	6	6%	82	88%
Suministros de materiales de mala calidad.	6	6%	88	95%
Falta de mantenimiento preventivo a equipos.	5	5%	93	100%
<b>TOTAL</b>	93	100%		

*Tabla 12: Posibles causas del problema.*



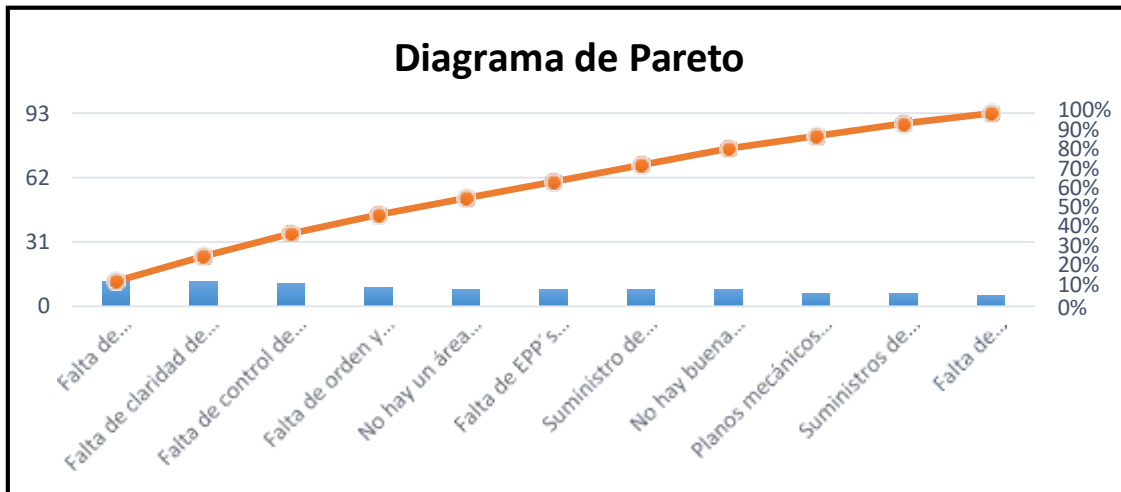


Figura 22: Diagrama de Pareto

De acuerdo al gráfico presentado en la figura 22, se infiere que el 80% del problema proviene de las siete primeras causas, por lo tanto, se evaluará cuáles son las causas que se puedan mejorar y que cause un efecto a mediano plazo en el proceso.

### 6.3 Mejora

En el trabajo aplicado, a partir del análisis del Diagrama de Pareto se han considerado cuatro causas principales, para lo cual se debe aplicar herramientas, pero conjuntamente con el jefe de producción se definió que las herramientas deben cumplir los siguientes criterios: Fácil de implementarse, Implementación rápida y de bajo costo, capacitación al personal, alto efecto de la solución en la causa e Innovación constante.

Posteriormente se realizó el nivel de importancia de los criterios para evaluar qué criterios son más importantes del resto (tabla 13):

Nº	Criterios	Gerente general (G.G)	Jefe de producción (J.P)	Director del proyecto (D.P)	Nivel de importancia
1	Fácil de implementarse	5	5	5	5.0
2	Implementación rápida y de bajo costo	5	4	4	4.3
3	Capacitación al personal	3	3	3	3.0
4	Alto efecto de la solución en la causa	5	4	5	4.7
5	Innovación constante	3	3	4	3.3

Tabla 13: Matriz de evaluación de criterios

Posteriormente se analizó cada uno de las herramientas de solución teniendo en cuenta los criterios y el nivel de importancia (ver tabla 14):

Criterio	Fácil de implementarse				Implementación rápida y de bajo costo				Capacitación al personal				Alto efecto de la solución en la causa				Innovación constante				Total
	G.G	J.P	D.P	Prom.	G.G	J.P	D.P	Prom.	G.G	J.P	D.P	Prom.	G.G	J.P	D.P	Prom.	G.G	J.P	D.P	Prom.	
<b>Nivel de importancia</b>	5				4.3				3				4.7				5				
Herramientas de solución	G.G	J.P	D.P	Prom.	G.G	J.P	D.P	Prom.	G.G	J.P	D.P	Prom.	G.G	J.P	D.P	Prom.	G.G	J.P	D.P	Prom.	
<b>5 S</b>	10	9	10	9.67	8	8	8	8	9	8	8	8.33	10	9	9	9.33	8	7	7	7.33	188.27
<b>POLCA</b>	9	8	8	8.33	9	7	8	8	8	9	8	8.33	9	8	8	8.33	8	7	7	7.33	176.90
KANBAN	8	7	7	7.33	7	7	7	7	8	7	8	7.67	7	8	7	7.33	7	6	7	6.67	157.57
<b>Visual Board</b>	9	8	9	8.67	9	8	9	8.67	9	8	8	8.33	10	8	9	9	8	8	8	8.00	187.90
Kaizen teian	8	7	8	7.67	8	8	8	8	7	8	7	7.33	7	6	7	6.67	7	5	7	6.33	157.73
<b>POKA YOKE</b>	9	8	9	8.67	9	8	8	8.33	8	8	8	8	9	8	8	8.33	8	7	8	7.67	180.67
Soifuju	7	7	8	7.33	7	7	8	7.33	7	7	7	7	8	7	7	7.33	7	6	6	6.33	155.33
Facultación	7	8	7	7.33	8	8	7	7.67	6	7	7	6.67	7	6	6	6.33	7	7	6	6.67	152.73

Tabla 14: Matriz de determinación de herramientas de mejora

Según la tabla 14 se aprecia que las herramientas con mayor puntaje y por ende se sustenta su aplicación corresponde a las siguientes herramientas: 5 S, POLCA, Visual Board y POKA YOKE.

Para resolver cada una de las causas priorizadas se propone las siguientes herramientas de mejora (ver tabla 15).

Causas priorizadas	Técnicas de solución QRM
Falta de planificación y control.	POLCA
Falta de orden y clasificación de herramientas y materiales.	5 S
Falta de control de los materiales.	Poka Yoke
Falta de claridad de procesos.	Visual Board

*Tabla 15: Relación de causas priorizadas y Técnicas de solución QRM*

### 6.3.1 Visual Board

Este tablero implementado tiene como objetivo que los trabajadores de todas las áreas tengan un conocimiento transversal de todos los procesos. También, se quiere lograr un orden y planificación respecto a tiempos y sistema de trabajo, ya que permitirá tener conocimiento sobre el porcentaje de avance de fabricación, logrando así, optimizar el tiempo para fabricar otras máquinas al mismo tiempo.

En la figura 23 se presenta una capacitación del Visual Board, donde se encuentra el jefe de producción, el director del proyecto y los colaboradores.



*Figura 23: Capacitación del Visual Board*

En el Anexo 7 se presenta el Visual Board con ayuda del MCT y mapa de procesos, donde se describe todos los procesos que forman parte del proceso de fabricación.



### PASO 1 al PASO 4:

Se prepara y alista todo lo necesario para implementar las 5 S en el área eléctrica y mecánica. Previamente a la implementación de las 5 S, se muestra la realidad del área de ensamble mecánico y eléctrico (ver figura 25).



*Figura 25: Área mecánica y eléctrica.*

En la figura 25 se indica el área mecánica y eléctrica, ambiente donde se implementará la herramienta.



*Figura 26: Parte superior de la división 1 del área mecánica.*

En la figura 26 se observa la mesa de trabajo donde se colocan herramientas mecánicas y eléctricas.



*Figura 27: Parte inferior de la división 1 del área mecánica.*

En la figura 27 se aprecia muestras de plastificado, regla, rodillos de cromo superficiales, cables, taladro manual, fuentes malogradas y otros.



*Figura 28: Parte superior de la división 2 y 3 del área mecánica y eléctrica*

En la figura 28 se visualiza la mesa de trabajo donde se realiza la fabricación de los tableros eléctricos, se colocan las canaletas, componentes eléctricos y electrónicos.



*Figura 29: Parte inferior de la división 2 del área mecánica y eléctrica*

En la figura 29 se aprecia el foco, canaleta, los cables eléctricos, llave general, taladro, variador de velocidad, porta cautil y cautil.



*Figura 30: Parte inferior de la división 3 del área eléctrica*

En la figura 30 se muestra una fuente malograda, caja, cables de distintos calibres, manuales y planos.

De acuerdo a las imágenes, el área de ensamble eléctrico y mecánico se encuentra en un estado de desorden, falta de limpieza y cultura de trabajo.

Posteriormente al estudio de los resultados de las áreas críticas (mecánica y eléctrica), se decidió por aplicar la herramienta de mejora ,5 S, a continuación, se presenta el desarrollo de la herramienta.

## **PASO 5: Ejecución del PLAN MAESTRO**

### **1 S: SEIRI (Seleccionar o clasificar):**



*Figura 31: Clasificar los componentes a usar.*

En la figura 31 se presenta la primera S, SEIRI, se refiere a clasificar o seleccionar; así pues, se inició con la separación de los componentes, tales como: cautil, pasta, estaño, cables eléctricos, prensa neumática, cajas de herramientas, taladros, multímetro, pistola de calor, caja de terminales y numerales, manuales.

La separación se realizó dependiendo si son componentes eléctricos, mecánicos o electrónicos.

Al clasificar los componentes se visualizaron todas las herramientas necesarias y no tan necesarias, porque en esta área solo puede haber componentes eléctricos y electrónicos que se van a usar para el ensamble de la máquina.



## 2 S: SEITON (Ordenar):



Figura 32: Seiton en la división 1, parte superior (mesa del área mecánica).

En la figura 32 Al lado izquierdo se encuentran las herramientas del área mecánica y al lado derecho se observa una caja con herramientas a utilizar por el empleado, buscando que las herramientas y accesorios estén cerca de la mano.



Figura 33: Seiton en la división 1, parte inferior (mesa del área mecánica).

En la figura 33 se aprecia la parte inferior de la división 1, en la cual se colocarán algunas herramientas del área mecánica.



Figura 34: Seiton en la división 2, parte inferior (área eléctrica).

En la figura 34 se muestra la parte inferior de la división 2, donde se ordenaron los cables de acuerdo a los calibres.



Figura 35: Seiton en la división 3, parte inferior (área eléctrica).

En la figura 35 se presenta la parte inferior de la división 3, donde se encuentra la pistola de calor, multímetros, caja de herramientas, numerales, la caja de terminales, manuales, planos, estaño, portacautiles, cautiles; todos los elementos mencionados se ubican de la mejor manera para que el colaborador tenga todo lo más cerca posible.



Figura 36: Seiton de los retazos de los cables a reutilizar.

En la figura 36 se muestra 3 cajas donde se van a colocar los retazos de cable eléctricos de acuerdo a su calibre.

### 3 S: SEISO (Limpiar):



*Figura 37: Seiso en el área mecánica y eléctrica*

En la figura 37 se muestra la aplicación de Seiso en el área intervenida, donde se le ha explicado al personal que no se trata solo de limpiar sino de evitar en lo posible el ensuciar el área de trabajo, para ello se brindó la recomendación de limpiar 5 minutos antes de terminar su labor diaria.

### 4 S: SEIKETSU (Estandarizar):



*Figura 38: Estandarizar la división de ensamble mecánico y eléctrico.*

La cuarta S es fundamental, si se quiere que se mantengan las 3 S anteriores, por ello tal como se muestra en la figura 38 se procedió a estandarizar, para que todo el personal conozca la ubicación de cada componente y se produzca errores menores.

### 5S: SHITSUKE (Disciplina):



*Figura 39: Charla de las 5 S con los responsables del área eléctrica y mecánica.*

Una vez aplicada la 4 S, la quinta S es muy relevante pues aquí se busca mantener el hábito de respetar las 5 S y fomentar la mejora continua en la empresa.

#### **PASO 6: Verificación del Sistema 5 S**

En síntesis, la figura 40 muestra el área mecánica y eléctrica antes de aplicar las 5 S.



*Figura 40: Antes de usar las 5 S.*



*Figura 41: Aplicación de las 5 S.*

La figura 41 presenta el resultado final de la aplicación de las 5 S, las 5 S no tiene fin pues cada día se puede seguir mejorando.

### **PASO 7: Análisis y mejora**

Para tener una visión general de cuanto se avanzado en la implementación de las 5 S, en la figura 42 se presenta una Análisis antes de las 5 S y un análisis después de implementar las 5 S.

Análisis antes de implementar las 5 S			
ITEM	PUNTAJE ALCANZADO	PUNTAJE OBJETIVO	% LOGRO
SELECCIONAR (1 S)	6.00	40	15%
ORDENAR (2 S)	2.00	40	5%
LIMPIAR (3 S)	6.00	40	15%
ESTANDARIZAR (4 S)	3.00	40	8%
DISCIPLINA (5 S)	3.00	40	8%
<b>TOTAL</b>	<b>20.00</b>	<b>200</b>	<b>10%</b>

Análisis después de implementar las 5 S			
ITEM	PUNTAJE ALCANZADO	PUNTAJE OBJETIVO	% LOGRO
SELECCIONAR (1 S)	27.00	40	68%
ORDENAR (2 S)	29.00	40	73%
LIMPIAR (3 S)	30.00	40	75%
ESTANDARIZAR (4 S)	23.00	40	58%
DISCIPLINA (5 S)	24.00	40	60%
<b>TOTAL</b>	<b>133.00</b>	<b>200</b>	<b>67%</b>

CALIFICACIÓN	% LOGRO	COLOR
Excelente	80% - 100%	Verde
Muy buena	60% - 80%	Verde claro
Buena	40% - 60%	Amarillo
Regular	20% - 40%	Naranja
Mala	0% - 20%	Rojo

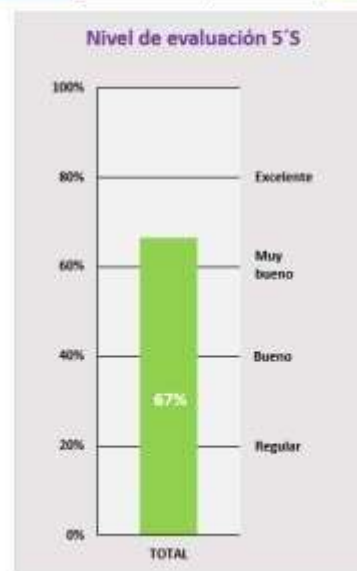
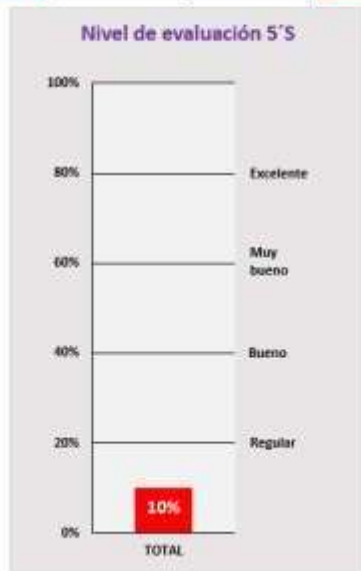


Figura 42: Análisis antes y después de implementar las 5 S

Según el gráfico radial de la figura 42 se observa que antes de aplicar las 5 S se tenía un nivel del 10% y después de implementarlo se tiene un nivel del 67%, lo cual es una gran mejora, pero aún se puede seguir mejorando como estandarizar y la disciplina ya que se obtuvo un valor bajo de 58% y 60% respectivamente.

### 6.3.3 POLCA

Una causa fundamental según el diagrama de Pareto para que la máquina plastificadora no se entregue a tiempo es la falta de planificación y control de proceso de fabricación, y para abordar esta causa se utiliza la herramienta POLCA.

Visual Board ayuda al trabajo del sistema POLCA, debido a que es muy importante conocer todos los procesos que se deben realizar en todas las áreas de la empresa para la fabricación de la máquina plastificadora.

La implementación de POLCA está dividida en 4 fases, en la figura 43 se menciona las 4 fases y posteriormente se describe cada uno de ellos.



*Figura 43: Fases de implementación POLCA para la fabricación de la máquina plastificadora*

#### 6.3.1.1 FASE 1: Analizar: Realizar una evaluación previa de POLCA

En la FASE 1 se realiza un diagnóstico inicial de la empresa para ello en la figura 44 se explica todos los pasos que se realizan en la FASE 1.



Figura 44: Etapas de la FASE 1 de POLCA

A continuación, se procede a desarrollar los 3 puntos de la FASE 1:

#### 1.1: Problemas POLCA de la empresa

- Presenta plazos de entrega largos (el 100 % de la fabricación de las máquinas plastificadoras no se entrega a tiempo).
- Ineficiente sistema para planificar y controlar el proceso de fabricación.
- Disminución del 40% de ventas en los últimos 5 años por incumplir con el tiempo de entrega de la máquina (ver figura 1).

#### 1.2: Entorno operativo de la empresa:

La empresa fabrica una gran diversidad de productos, la mayoría de ellos pedidos en pequeñas cantidades (71 pedidos en el año 2019 de las cuales 24 eran plastificadoras), los productos son personalizados ya que cada cliente realiza las variaciones de acuerdo a su trabajo.

#### 1.3: Fijar la meta de la empresa al implementar POLCA



- Reducir el tiempo de entrega de la máquina plastificadora.
- Planificar y controlar el proceso de fabricación de la máquina plastificadora.

### 6.3.1.2 FASE 2: Planificar: Diseño de SISTEMA POLCA

Después de realizar la FASE 1 Analizar se va a realizar la FASE Planificar, en el cual se diseña todo el entorno de trabajo para el sistema POLCA, en la figura 45 se presenta todos los pasos que se realizan en la FASE 2.

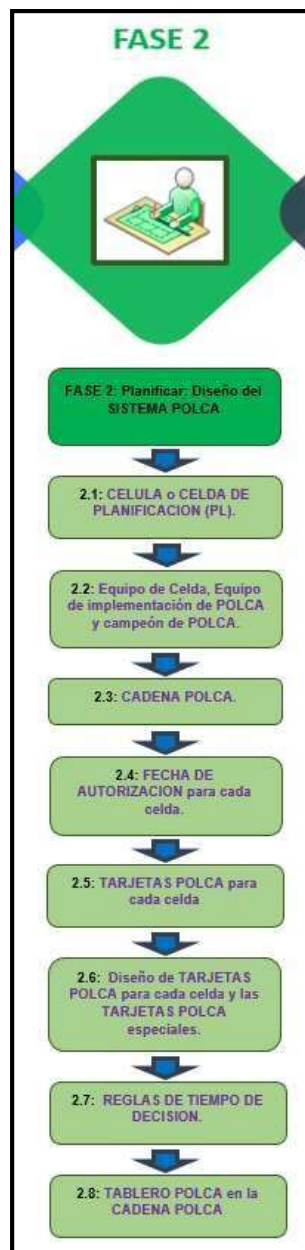


Figura 45: Etapas de la FASE 2 de POLCA

A continuación, se desarrolla los 8 pasos de la FASE 2.

### 2.1: CELULA o CELDA DE PLANIFICACION (PL).

- CELDA DE PLANIFICACIÓN: Está conformado por el gerente general, jefe de producción, eléctrico, mecánico, programador.

### 2.2: Equipo de implementación de POLCA y campeón de POLCA.

- Equipo de Implementación de POLCA: Está conformado por el jefe de producción, eléctrico, mecánico y programador.
- Campeón de POLCA: Está conformado por el electricista.

### 2.3: CADENA POLCA.

- La CELDA DE PLANIFICACIÓN (PL) diseña la CADENA POLCA para el proceso de fabricación, el cual se observa en la figura 46.

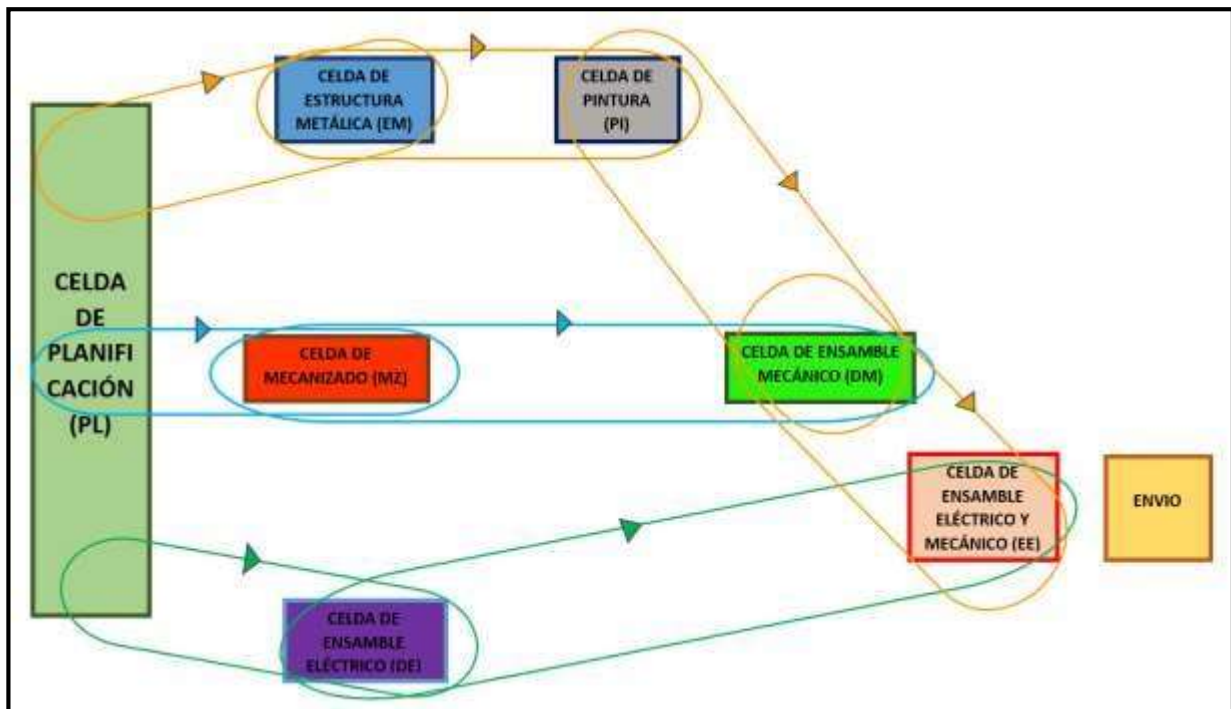


Figura 46: CADENA POLCA para la fabricación de la máquina plastificadora

En la figura 46 se observa que el proceso de fabricación tiene 7 celdas en la CADENA POLCA, estas celdas son: Celda de Planificación (PL), Celda de Estructura Metálica (EM), Celda de Mecanizado (MZ), Celda de Ensamble Eléctrico (DE), Celda de Pintura (PI), Celda de Ensamble Mecánico (DM) y la Celda de Ensamble Eléctrico y Mecánico (EE).

Luego de realizar la Cadena POLCA se realiza la fecha de autorización para cada celda que se encuentra en el sistema POLCA.

#### 2.4: FECHA DE AUTORIZACION para cada celda.

PL conoce cuando es la fecha de vencimiento para la entrega de la máquina plastificadora y la fecha de vencimiento del ensamble; para el análisis de la fecha de autorización se utiliza la fecha de ensamble y el MTC para asignar a cada celda su respectiva fecha de autorización, en la figura 47 se presenta un ejemplo de la fecha de autorización.

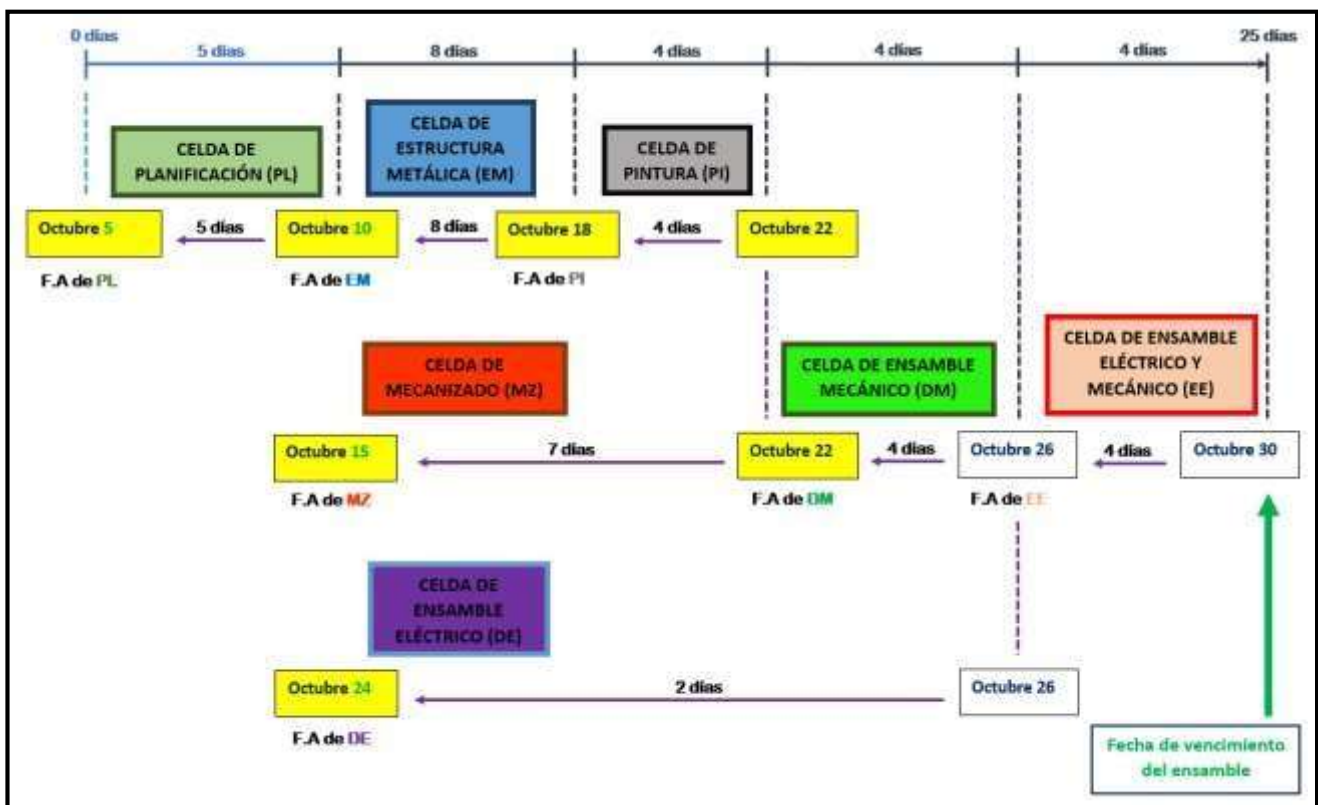


Figura 47: Diseño de la Fecha de autorización para cada celda de la CADENA POLCA

En la figura 47 se presenta un ejemplo de la fecha de autorización, donde la fecha de vencimiento del ensamble es el 30 de octubre y según el MTC el tiempo en la Celda de Ensamble eléctrico y mecánico es de 4 días por tanto su fecha de autorización (F.A. de EE) es el 26 de octubre, el mismo análisis se aplica a todas las celdas del sistema POLCA.

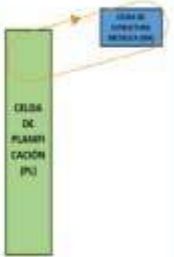
#### 2.5: TARJETAS POLCA para cada celda

En el proceso de fabricación se presentan 7 celdas, en donde para calcular el número de TARJETAS POLCA se debe analizar en un bucle POLCA de acuerdo a la CADENA POLCA.

A continuación, se va analizar los 8 bucles de la CADENA POLCA.


### 2.5.1 : CANTIDAD DE TARJETAS POLCA EN EL BUCLE PL/EM:

BUCLE	PL/EM (CELDA DE PLANIFICACIÓN / CELDA DE ESTRUCTURA METÁLICA)
<b>FORMULA</b>	<b>Num PL/EM = (LPL + MovPL/EM + LEM + RetEM/PL) X (Flow PL/EM) X (1+S) / (D)</b>
<b>Donde:</b>	
<b>Num PL/EM</b>	Numero de tarjetas POLCA en el bucle PL/EM
<b>LPL</b>	5 días, ya que la celda PL se demora 5 días en planificar todo su trabajo.
<b>MovPL/EM</b>	0.06 días, ya que 30 minutos es el Tiempo promedio que un trabajo se traslada de la celda PL a la celda EM.
<b>LEM</b>	8 días, es la Cantidad que se demora en realizar el trabajo la celda EM.
<b>RetEM/PL</b>	0.06 días, ya que 30 minutos es el Tiempo promedio que una tarjeta POLCA sea devuelta de la celda EM a la celda PL.
<b>Flow PL/EM</b>	6, con un QUANTUM = 1, en donde el QUANTUM es un Pato de carga de 1 ton.
<b>S</b>	0.1
<b>D</b>	30
<b>Resultado</b>	<b>Num PL/EM = (5 + 0.06 + 8 + 0.06) X (8) X (1+0.1) / (30) = 2.88 = 3 tarjetas POLCA para el bucle PL/EM.</b>




### 2.5.2 : CANTIDAD DE TARJETAS POLCA EN EL BUCLE PL/MZ:

BUCLE	PL/MZ (CELDA DE PLANIFICACIÓN / CELDA DE MECANIZADO)
<b>FORMULA</b>	<b>Num PL/MZ = (LPL + MovPL/MZ + LMZ + RetMZ/PL) X (Flow PL/MZ) X (1+S) / (D)</b>
<b>Donde:</b>	
<b>Num PL/MZ</b>	Numero de tarjetas POLCA en el bucle PL/MZ
<b>LPL</b>	5 días, ya que la celda PL se demora 5 días en planificar todo su trabajo.
<b>MovPL/MZ</b>	0.06 días, ya que 30 minutos es el Tiempo promedio que un trabajo se traslada de la celda PL a la celda MZ.
<b>LMZ</b>	7 días, es la Cantidad que se demora en realizar el trabajo la celda EM.
<b>RetMZ/PL</b>	0.06 días, ya que 30 minutos es el Tiempo promedio que una tarjeta POLCA sea devuelta de la celda MZ a la celda PL.
<b>Flow PL/MZ</b>	25, existen 2 QUANTUM en este bucle.
<b>S</b>	0.1
<b>D</b>	30
<b>Resultado</b>	<b>Num PL/MZ = (5 + 0.06 + 7 + 0.06) X (19) X (1+0.1) / (30) = 11.11 = 12 tarjetas POLCA para el bucle PL/MZ.</b>




### 2.5.3 : CANTIDAD DE TARJETAS POLCA EN EL BUCLE PL/DE:

BUCLE	PL/DE (CELDA DE PLANIFICACIÓN / CELDA DE ENSAMBLE ELÉCTRICO)
FORMULA	$\text{Num PL/DE} = (\text{LPL} + \text{MovPL/DE} + \text{LDE} + \text{RetDE/PL}) \times (\text{Flow PL/DE}) \times (1+S) / (D)$
Donde:	
Num PL/DE	Numero de tarjetas POLCA en el bucle PL/DE.
LPL	5 días, ya que la celda PL se demora 5 días en planificar todo su trabajo.
MovPL/DE	0.06 días, ya que 30 minutos es el Tiempo promedio que un trabajo se traslada de la celda PL a la celda DE.
LDE	2 días, es la Cantidad que se demora en realizar el trabajo la celda EM.
RetDE/PL	0.06 días, ya que 30 minutos es el Tiempo promedio que una tarjeta POLCA sea devuelta de la celda DE a la celda PL.
Flow PL/DE	7, con un QUANTUM = 6
S	0.1
D	30
Resultado	$\text{Num PL/DE} = (5 + 0.06 + 2 + 0.06) \times (6) \times (1+0.1) / (30) = 1.82 = 2$ tarjetas POLCA para el bucle PL/DE.



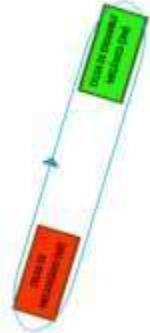
### 2.5.4 : CANTIDAD DE TARJETAS POLCA EN EL BUCLE EM/PI:

BUCLE	EM/PI (CELDA DE ESTRUCTURA METÁLICA / CELDA DE PINTURA)
FORMULA	$\text{Num EM/PI} = (\text{LEM} + \text{MovEM/PI} + \text{LPI} + \text{RetPI/EM}) \times (\text{Flow EM/PI}) \times (1+S) / (D)$
Donde:	
Num EM/PI	Numero de tarjetas POLCA en el bucle EM/PI.
LEM	8 días, ya que la celda EM se demora 8 días en realizar todo su trabajo.
MovEM/PI	0.06 días, ya que 30 minutos es el Tiempo promedio que un trabajo se traslada de la celda EM a la celda PI.
LPI	4 días, es la Cantidad que se demora en realizar el trabajo la celda PI.
RetPI/EM	0.06 días, ya que 30 minutos es el Tiempo promedio que una tarjeta POLCA sea devuelta de la celda PI a la celda EM.
Flow EM/PI	6, con un QUANTUM = 1
S	0.1
D	30
Resultado	$\text{Num EM/PI} = (8 + 0.06 + 4 + 0.06) \times (6) \times (1+0.1) / (30) = 2.66 = 3$ tarjetas POLCA para el bucle EM/PI.



### 2.5.5 : CANTIDAD DE TARJETAS POLCA EN EL BUCLE MZ/DM:

BUCLE	MZ/DM (CELDA DE MECANIZADO / CELDA DE ENSAMBLE MECÁNICO)
FORMULA	$\text{Num MZ/DM} = (\text{LMZ} + \text{MovMZ/DM} + \text{LDM} + \text{RetDM/MZ}) \times (\text{Flow MZ/DM}) \times (1+S) / (D)$
Donde:	
Num MZ/DM	Numero de tarjetas POLCA en el bucle MZ/DM.
LMZ	7 días, ya que la celda MZ se demora 7 días en realizar todo su trabajo.
MovMZ/DM	0.06 días, ya que 30 minutos es el Tiempo promedio que un trabajo se traslada de la celda MZ a la celda DM.
LDM	2 días, es la Cantidad que se demora en realizar el trabajo la celda DM.
RetDM/MZ	0.06 días, ya que 30 minutos es el Tiempo promedio que una tarjeta POLCA sea devuelta de la celda DM a la celda MZ.
Flow MZ/DM	58, existen 2 QUANTUM en este bucle.
S	0.1
D	30
Resultado	$\text{Num MZ/DM} = (7 + 0.06 + 2 + 0.06) \times (58) \times (1+0.1) / (30) = 19.39 = 20$ tarjetas POLCA para el bucle MZ/DM.




### 2.5.6 : CANTIDAD DE TARJETAS POLCA EN EL BUCLE DE/EE:

BUCLE	DE/EE (CELDA DE ENSAMBLE ELÉCTRICO / CELDA DE ENSAMBLE ELÉCTRICO Y MECÁNICO)
FORMULA	$\text{Num DE/EE} = (\text{LDE} + \text{MovDE/EE} + \text{LEE} + \text{RetEE/DE}) \times (\text{Flow DE/EE}) \times (1+S) / (D)$
Donde:	
Num DE/EE	Numero de tarjetas POLCA en el bucle DE/EE.
LDE	2 días, ya que la celda DE se demora 2 días en realizar todo su trabajo.
MovDE/EE	0.06 días, ya que 30 minutos es el Tiempo promedio que un trabajo se traslada de la celda DE a la celda EE.
LEE	4 días, es la Cantidad que se demora en realizar el trabajo la celda EE.
RetEE/DE	0.06 días, ya que 30 minutos es el Tiempo promedio que una tarjeta POLCA sea devuelta de la celda EE a la celda DE.
Flow DE/EE	7, con un QUANTUM = 6
S	0.1
D	30
Resultado	$\text{Num DE/EE} = (2 + 0.06 + 4 + 0.06) \times (7) \times (1+0.1) / (30) = 1.57 = 2$ tarjetas POLCA para el bucle DE/EE.




### 2.5.7 : CANTIDAD DE TARJETAS POLCA EN EL BUCLE PI/DM:

BUCLE	PI/DM (CELDA DE PINTURA / CELDA DE ENSAMBLE MECÁNICO)
FORMULA	$\text{Num PI/DM} = (\text{LPI} + \text{MovPI/DM} + \text{LDM} + \text{RetDM/PI}) \times (\text{Flow PI/DM}) \times (1+S) / (D)$
Donde:	
Num PI/DM	Numero de tarjetas POLCA en el bucle PI/DM.
LPI	4 días, ya que la celda PI se demora 4 días en realizar todo su trabajo.
MovPI/DM	0.06 días, ya que 30 minutos es el Tiempo promedio que un trabajo se traslada de la celda PI a la celda DM.
LDM	2 días, es la Cantidad que se demora en realizar el trabajo la celda DM.
RetDM/PI	0.06 días, ya que 30 minutos es el Tiempo promedio que una tarjeta POLCA sea devuelta de la celda DM a la celda PI.
Flow PI/DM	6, con un QUANTUM = 1
S	0.1
D	30
Resultado	$\text{Num PI/DM} = (4 + 0.06 + 2 + 0.06) \times (6) \times (1+0.1) / (30) = 1.34 = 2$ tarjetas POLCA para el bucle PI/DM.



### 2.5.8 : CANTIDAD DE TARJETAS POLCA EN EL BUCLE DM/EE:

BUCLE	DM/EE (CELDA DE ENSAMBLE MECÁNICO / CELDA DE ENSAMBLE ELÉCTRICO Y MECÁNICO)
FORMULA	$\text{Num DM/EE} = (\text{LDM} + \text{MovDM/EE} + \text{LEE} + \text{RetEE/DM}) \times (\text{Flow DM/EE}) \times (1+S) / (D)$
Donde:	
Num DM/EE	Numero de tarjetas POLCA en el bucle DM/EE.
LDM	2 días, ya que la celda DM se demora 2 días en realizar todo su trabajo.
MovDM/EE	0.06 días, ya que 30 minutos es el Tiempo promedio que un trabajo se traslada de la celda DM a la celda EE.
LEE	4 días, es la Cantidad que se demora en realizar el trabajo la celda EE.
RetEE/DM	0.06 días, ya que 30 minutos es el Tiempo promedio que una tarjeta POLCA sea devuelta de la celda EE a la celda DM.
Flow DM/EE	58, existen 2 QUANTUM en este bucle.
S	0.1
D	30
Resultado	$\text{Num DM/EE} = (2 + 0.06 + 4 + 0.06) \times (58) \times (1+0.1) / (30) = 13.01 = 13$ tarjetas POLCA para el bucle DM/EE.



## 2.6: DISEÑO DE TARJETAS POLCA para cada celda y las TARJETAS POLCA especiales.

### 2.6.1 TARJETAS POLCA

A continuación, se diseña las TARJETAS POLCA de cada bucle de la CADENA POLCA

Tarjeta POLCA de la empresa METALMECANICA SAC

**PL** **EM**

CELDA DE ORIGEN : PL

CELDA DE DESTINO : EM

Número de Serie de la Tarjeta: PL/EM – 001 (1/3)

Tarjeta POLCA de la empresa METALMECANICA SAC

**PL** **MZ**

CELDA DE ORIGEN : PL

CELDA DE DESTINO : MZ

Número de Serie de la Tarjeta: PL/MZ – 001 (1/12)

Tarjeta POLCA de la empresa METALMECANICA SAC

**PL** **DE**

CELDA DE ORIGEN : PL

CELDA DE DESTINO : DE

Número de Serie de la Tarjeta: PL/DE – 001 (1/2)

Tarjeta POLCA de la empresa METALMECANICA SAC

**EM** **PI**

CELDA DE ORIGEN : EM

CELDA DE DESTINO : PI

Número de Serie de la Tarjeta: PL/MZ – 001 (1/3)

Tarjeta POLCA de la empresa METALMECANICA SAC

**MZ** **DM**

CELDA DE ORIGEN : MZ

CELDA DE DESTINO : DM

Número de Serie de la Tarjeta: MZ/DM – 001 (1/20)

Tarjeta POLCA de la empresa METALMECANICA SAC

**DE** **EE**

CELDA DE ORIGEN : DE

CELDA DE DESTINO : EE

Número de Serie de la Tarjeta: PL/MZ – 001 (1/2)

Tarjeta POLCA de la empresa METALMECANICA SAC

**PI** **DM**

CELDA DE ORIGEN : PI

CELDA DE DESTINO : DM

Número de Serie de la Tarjeta: PI/DM – 001 (1/2)

Tarjeta POLCA de la empresa METALMECANICA SAC

**DM** **EE**

CELDA DE ORIGEN : DM

CELDA DE DESTINO : EE

Número de Serie de la Tarjeta: PL/MZ – 001 (1/13)



## 2.6.2 TARJETAS POLCA ESPECIALES

Después de diseñar las TARJETAS POLCA, a continuación, se debe diseñar las TARJETAS POLCA ESPECIALES.



## 2.7: REGLAS DE TIEMPO DE DECISION.

Cada celda debe aplicar las REGLAS de TIEMPO DE DECISIÓN la cual se presenta a continuación (ver figura 48).

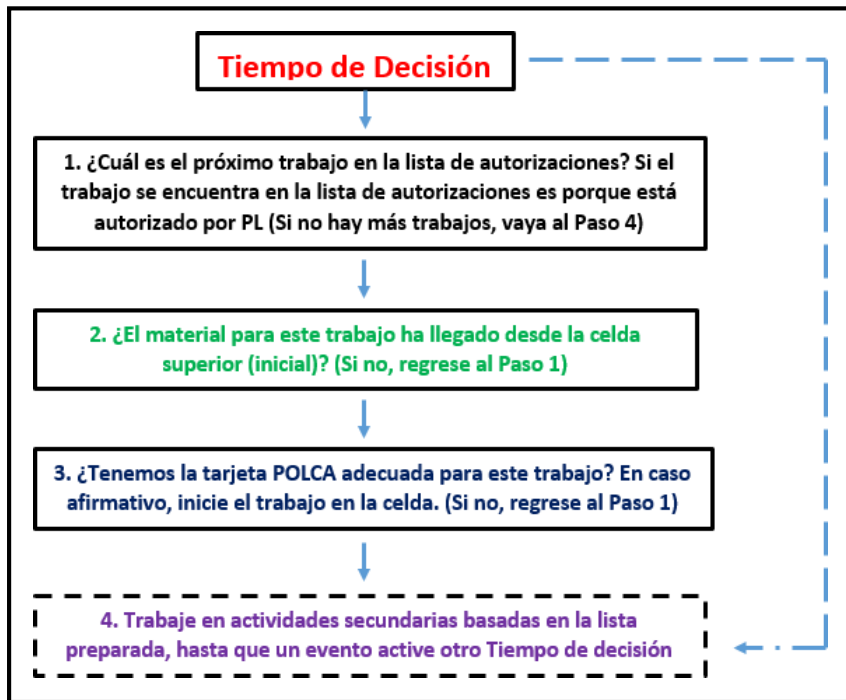


Figura 48: REGLAS DE TIEMPO DE DECISIÓN.

## 2.8: TABLERO POLCA en la CADENA POLCA

Se coloca 7 tableros POLCA dentro de la CADENA POLCA para tener un control de todas las TARJETAS POLCA (ver figura 49).

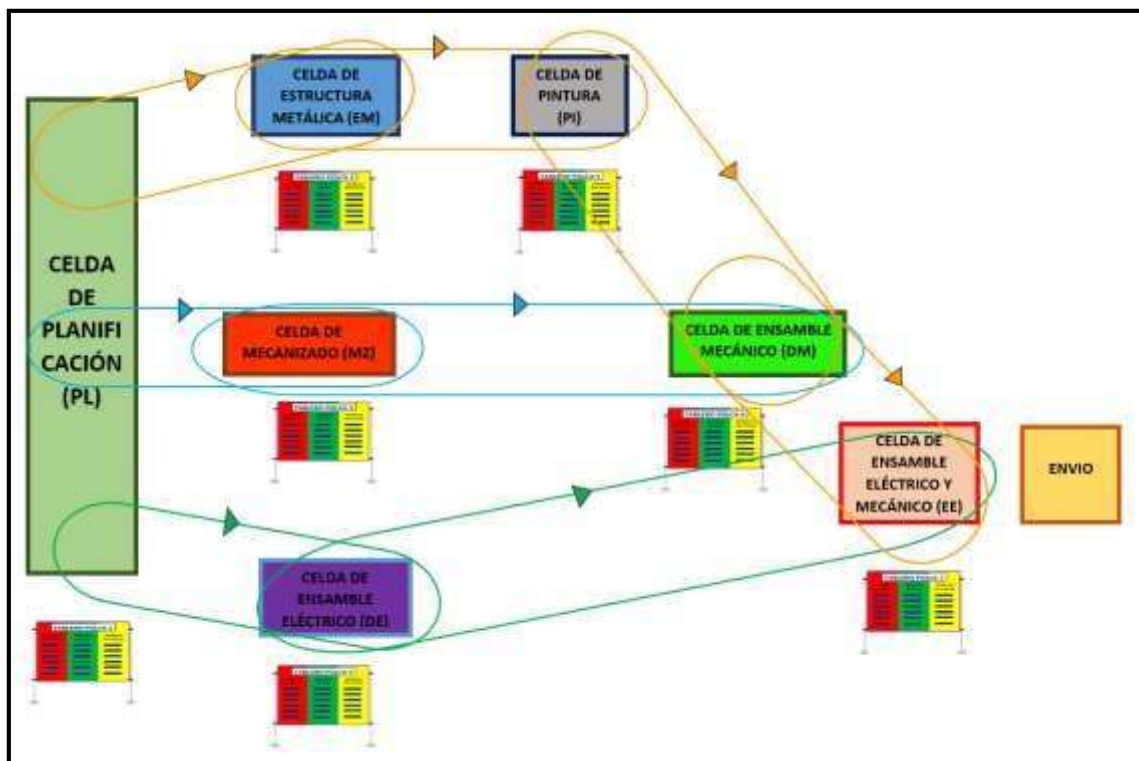


Figura 49: TABLEROS POLCA en la CADENA POLCA

### 6.3.1.3 FASE 3: Ejecutar: Lanzamiento de la implementación de POLCA

Después de realizar la FASE 2, se debe realizar la FASE EJECUTAR, en la figura 50 se detallan todas las etapas en esta fase.



Figura 50: Etapas para la FASE 3 de POLCA

A continuación, se va a describir cada etapa de la FASE 3:

#### 3.1: HOJA DE RUTA

La hoja es muy importante ya que permite un mejor entendimiento de cómo funciona POLCA en la empresa, ya que es una ruta de trabajo en donde se explica los pasos que deben ocurrir para fabricar la máquina plastificadora (ver figura 51).

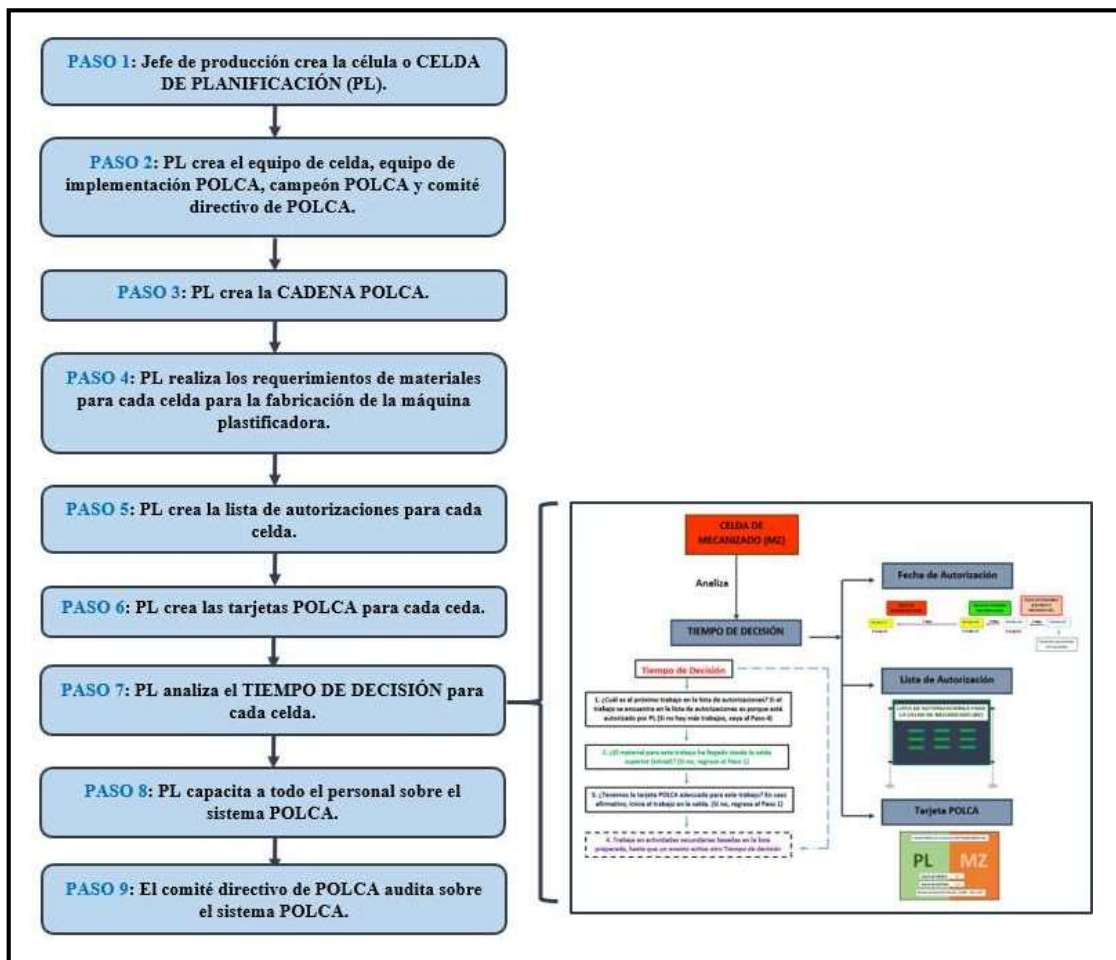


Figura 51: HOJA DE RUTA para el proceso de fabricación de la máquina plastificadora

### 3.2: JUEGO POLCA

El JUEGO POLCA permite un mejor entendimiento de cómo funciona POLCA, este juego nos permite aprender de forma dinámica todos los conceptos de POLCA y como se utilizan, en la figura 52 se presenta el juego.



Figura 52: JUEGO POLCA para la fabricación de la maquina plastificadora.

### 3.3: Capacitación a los trabajadores sobre el SISTEMA POLCA.

Se realiza la capacitación de todo el personal sobre el sistema POLCA, en donde se puede hacer uso de la HOJA DE RUTA y el JUEGO POLCA para que los colaboradores tengan buenos cimientos sobre POLCA.

En la figura 53 se presenta una de las capacitaciones sobre POLCA, donde se encuentra el jefe de producción, el director del proyecto y los colaboradores



*Figura 53: Capacitación sobre el sistema POLCA*

La capacitación tiene una duración de 12 horas durante 6 semanas, luego de ello se realiza una evaluación con la finalidad de que se haya entendido el sistema POLCA en la empresa (ver Anexo 8).

6.3.1.4 FASE 4: Controlar: Mejora continua y lecciones aprendidas.

Después de la FASE 3, se debe monitorear y controlar el sistema POLCA, para ellos se plantea desarrollar las FASE 4, en la figura 54 se describe las etapas a desarrollar.



*Figura 54: Etapas para la FASE 4 de POLCA*

A continuación, se va a desarrollar todas las etapas de la FASE 4:

#### **4.1: COMITÉ DIRECTIVO POLCA**

Está conformado por el jefe de producción y el electricista, quienes se van a encargar de auditar mensualmente la implementación de POLCA para corroborar que se estén cumpliendo correctamente el sistema POLCA.

#### **4.2: Métricas**

Las métricas se van a desarrollar mediante 6 indicadores el cual se presenta en el anexo 9, con el objetivo de velar que se esté cumpliendo con el tiempo de fabricación en cada área de la empresa.

### 4.3: Lecciones aprendidas

Las lecciones aprendidas es un aspecto muy importante en el Sistema POLCA pues ayuda a documentar todo lo que este mejorando y como puede ayudar a futuros procesos, a continuación, se presenta un formato de lecciones aprendidas (ver figura 55).

Lecciones aprendidas										
Proyecto:	Fabricación de la máquina plastificadora									
ID del proyecto:	PM-C-01									
Gerente del proyecto:	Joak Saavedra									
Fecha	30/08/2020									
Descripción										
Número de Lección Aprendida	Responsable	Fase de implementación POLCA en la que se dio la lección aprendida	¿Cuál fue el problema?	¿Cuál fue la acción tomada?	¿Cuál fue el resultado?	¿Cuál es la lección aprendida específicamente?	¿Dónde y cómo puede utilizarse este conocimiento en el proyecto actual?	¿Dónde y cómo puede utilizarse este conocimiento en un proyecto futuro?	¿Quién debería ser informado acerca de esta lección aprendida?	¿Cómo debería ser difundida esta lección aprendida?
1										
2										
3										
4										
5										
6										

Figura 55: Formato de Lecciones aprendidas



### 6.3.4 Poka Yoke

Respecto a esta herramienta se realizó un Check List, a través de ella se detallan todas las herramientas y piezas requeridas para poder ejecutar el ensamble de forma correcta. Por ello, se aconseja revisar esta lista antes del ensamble a fin de evitar posibles fallas, además de tiempos muertos.

La lista está ordenada de acuerdo al proceso de fabricación, logrando así enlazar el orden de los procesos del Visual Board con el Check List, ver la siguiente figura.

CHECKLIST								
Máquina	PLASTIFICADORA						FECHA: 10 / 10 / 2020	
Cliente								
País								
Fecha de orden de compra		Aspectos generales	220 VAC TRIFASICO , RESISTENCIA DE 11KVA				REVISADO POR:	
ÁREA LOGÍSTICA – ÁREA ELÉCTRICA								
ITEM	Visual Board	Descripción del Material	Cant.	Marca	Modelo	Fecha de entrega material	Observaciones	✓
1	6.1 y 6.2	Llave de fuerza Trifásica de 50A	1	LS				
2		Contactador Trifásico -18A	1	WEG			encendido general	
3		Block auxiliar -2contactos NO	1	WEG			para contactador general	
4		Base de rele de estado solido	1	FOTEK				
5		Rele de estado solido - bobina:4-32VDC --I:75A -- V:24-380VAC	1	FOTEK				
6		Ventilador para base de rele de estado solido	1	FOTEK				
7		Variador de velocidad Trifásico - 3HP	1	DELTA				
8		Portafusibles -32A	3	ABB				
9		PLC	1	KINCO	CPU plc-kinco-k506-24AT			

10	6.1 y 6.2	MODULO	1	KINCO	MODULO PM533- KINCO- K533-04IV		
11		Rele -Bobina 24VDC -75A	5	SIEMENS			
12		Amplificador del sensor de fibra	1	FOTEK			
13		Sensor de fibra	1	FOTEK			
14		Electrovalvulas de 220 VAC	3	PNEUMATIK			
15		HMI	1	KINCO			
16		Interruptor general	1	FOTEK			nc,co,piloto
17		Parada de emergencia	2	FOTEK			
18	6.2	Canaletas de 40x60mm	4 m	FOTEK			2X45.8 -- 2X77.5 - 1X40.7 -- 1X55.3
19		Autorroscantes 8X1/2" + arandelas planas de 1/2"	38				24:canaleta -- 10:riel -- 4:base de rele de estado solido
20		Autorroscantes 6X1/2" + arandelas planas de 1/2"	4				Para ventilador de base de rele de estado solidido
21		Autorroscantes 8X3/4" + arandelas planas de 1/2"	4				Para soporte del variador de velocidad
22	6.2	Pernos 5/32X1 1/2" + arandelas planas de 5/32" + tuercas de 5/32" + arandelas de presion 5/32"	4				Para sujetar llave de fuerza trifasica
23		Riel dim	84.5 cm				36cm:borneras -- 4.5cm:contactor principal -- 44cm:plcymodulo
24		Tope para borneras	1	LEGRAND			
25		Borneras gruesas de 35A (plomo)	3	LEGRAND			Para coneccion de resistencia
26		Borneras delgadas de 15A	36	LEGRAND			
27		Borneras gruesas de 35A (amarillo y verde)	1	LEGRAND			Para tierra
28		Borneras gruesas de 15A (amarillo y verde)	1	LEGRAND			Para tierra
29		Separadores de borneras	13	LEGRAND			
30		Puentes metálicos	18				1 de 3; 1 de 4 ; 1 de 5 y 3 de 2
31		Terminal en punta amarillo	84				
32		Terminal en punta blanco	13				

33		Terminal en punta azul	22				
34		Terminal metalico T25X6 para cable 8 AWG	10			6 para llave general, 3 para resistencia de 11 VA , 1 para tierra	
35		Terminal orquidea rojo	9				
36		Terminal orquidea azul	14				
37		Terminal orquidea amarillo 5.5-4Y (pequeño)	8				
38		Terminal orquidea amarillo 5.5-5Y (mediano)	9				
39		Conectores DB9 macho y hembra azul	5 pares				
40		Terminal macho azul	6				
41		Capuchas para DB9	4				
42		Pares de DB9 hembra y macho	2				
43		Cintillos pequeños	30				
44		Cintillos grandes	12				
45		Portacintillos pequeños	10				
46		Portacintillos grandes	9				
47	6.2	Cable electrico 18 AWG	8m				
48		Cable electrico 16 AWG	2m				
49		Cable electrico 2X20 AWG	2m				
50		Numeral 0	38				
51		Numeral 1	86				
52		Numeral 2	42				
53		Numeral 3	20				
54		Numeral 4	39				
55		Numeral 5	9				
56		Numeral 6	11				
57		Numeral 7	4				
58		Letra R	14				
59		Letra T	2				
60		Letra N	24				
61		Pernos 5/32 X 3/4 para sujetar el ventilador en la resistencia	4				
62		Pernos M5 X 1/2 para sujetar la base del ventilador en la resistencia	2				
63		Base del encoder	1				
64		Base del sensor de fibra	1				
65		Base del sensor infrarojo	1				

66	8.1	Cable electrico 8 AWG	3m				
67		Ventilador para la resistencia	1	FOTEK			220 VAC
68		Portacarbon	3				
69		Sensor infrarojo	1	FOTEK			
70		Sensor de fibra	1	FOTEK			
71		Cable electrico 14 AWG	6m				
72		Encoder	1	FOTEK			
73		Blower	1				
74		Pulsadores NO	2	FOTEK			
75		Cable electrico 4X8 AWG	5m				

Figura 56: Check list de área eléctrica.

En la figura 56 se observa el Check List del área eléctrica, el cual está formado por 75 materiales, se presenta de forma ordenada todos los materiales necesarios para el ensamble, ello permite que el área logística y eléctrica trabajen con mayor organización. Posteriormente, se presenta el Check List del área mecánica.

CHECKLIST							
Máquina	PLASTIFICADORA					FECHA: 10 / 10 / 2020	
Cliente							
Pais							
Fecha de orden de compra		Aspectos generales	220 VAC TRIFASICO , RESISTENCIA DE 11KVA			REVISADO POR:	
ÁREA LOGÍSTICA -- ÁREA MECÁNICA							
ITEM	Visual Board	Descripcion del Material	Cant	Caracteristicas	Fecha de entrega material	Observaciones	✓
1	7.2	Guidores de cadena	4	fe			
2		Bocina de tope	1	fe			
3		Carril del rodillo de silicona principal	1	fe			
4		Sistema de brazo de presion	2	fe			
5	8.2	Rodillo de silicona de entrada segmentada	1	fe			
6		Rodillo de cromo superficial (decorativo) pisador	1	fe			
7		Rodillo de silicona pisador	1	fe			
8		Rodillo de cromo superficial (decorativo) templador para la entrada de la faja	1	fe			
9		Faja principal	1				

10	8.2	Rodillo de cromo superficial (decorativo) templador para la salida de la faja	1	fe			
11		Rodillo de cromo superficial (decorativo) de corte y colocar las bocinas reencauchadas (5)	1	fe			
12	8.3	Sin fin y corona del Sistema anticurving	1	fe			
13		Bridas de pared, para los sistema de bobina	1	fe			
14		Bocinas	6	fe			
15		Sistema de bobina de lana	2				
16		Sistema de bobina con freno	2	fe			
17		Sistema de bobina de arrastre	1	fe			
18	8.4	Brida principal	1	fe			
19		Rodillo de cromo duro (principal).	1	fe			
20		Huaipe	1				
21		Resistencia	1	11KVA : 220 VAC (TRIFASICO)			
22		Válvula de seguridad para el rodillo de cromo duro	1	fe			
23		Aceite para el rodillo de cromo duro	5 Lt	Aceite para alata temperatura			
24		Tapón para el rodillo de cromo duro	1				
25		Sistema de porta carbon	1				
26		Carbones	3				
27	8.5	Bases para los pistones neumáticos	4	fe			
28		Pistones neumáticos 50X25	2				
29		Pistones neumáticos 63X100	2				
30		Palanca para los pistones neumáticos 50x25, palanca para el rodillo de silicona pisador y rodillo de cromo pisador	2	fe			
31	8.6	Ventiladores para la mesa de salida	3	fe			
32		Bases para las bocinas de nylon para la faja	2	nylon			
33		Bocinas de nylon para la faja	3	nylon			
34		Mesa de salida	1	fe			
35		Faja para la mesa de salida	1				
36		Eje de cromo superficial (decorativo) templador de salida	1				

37	8.6	Cubos portaflejes	3			
38		Cubos portabillas	2			
39	8.7	Sistema del blower	1			
40		Eje de cromo superficial (decorativo) templador de salida de material	1			
41		Bandeja de salida	1			
42		Reductor y motor trifasico de 2HP	1			
43	8.8	Bandeja de entrada	1			
44		Eje de cromo superficial (decorativo) de apoyo para los sacapliegos	1			
45		Sistema de sacapliegos de entrada	1			
46		Eje de cromo superficial (decorativo) de entrada	1			
47		Cubos portabillas	3			
48		Cubos portaflejes.	4			
49		Sistema de cuchilla y picador	1			
50		Rodillos de cromo superficial (decorativos) templador de entrada de bobina	3			
51	8.9	Manómetro y regulador de presión del sistema de plastificado	1			
52		Manómetro y regulador de presión del sistema del pisador	1			
53		Unidad de mantenimiento	1			
54		Mangueras neumáticas de 8 y 10 mm				
55		Base de los rodillos neumáticos	4			
56		Rodillos neumaticos	4			
57	8.1	Rodillo de silicona principal	1			
58		Perillas	6			
59		Stickers para la máquina	12			

*Figura 57: Check List del área mecánica.*

En la figura 57 se muestra el Check List del área mecánica, el cual está integrado por 59 materiales.

Esta lista le permite al área logística y mecánica entender todos los materiales que se necesitan para un correcto ensamble.

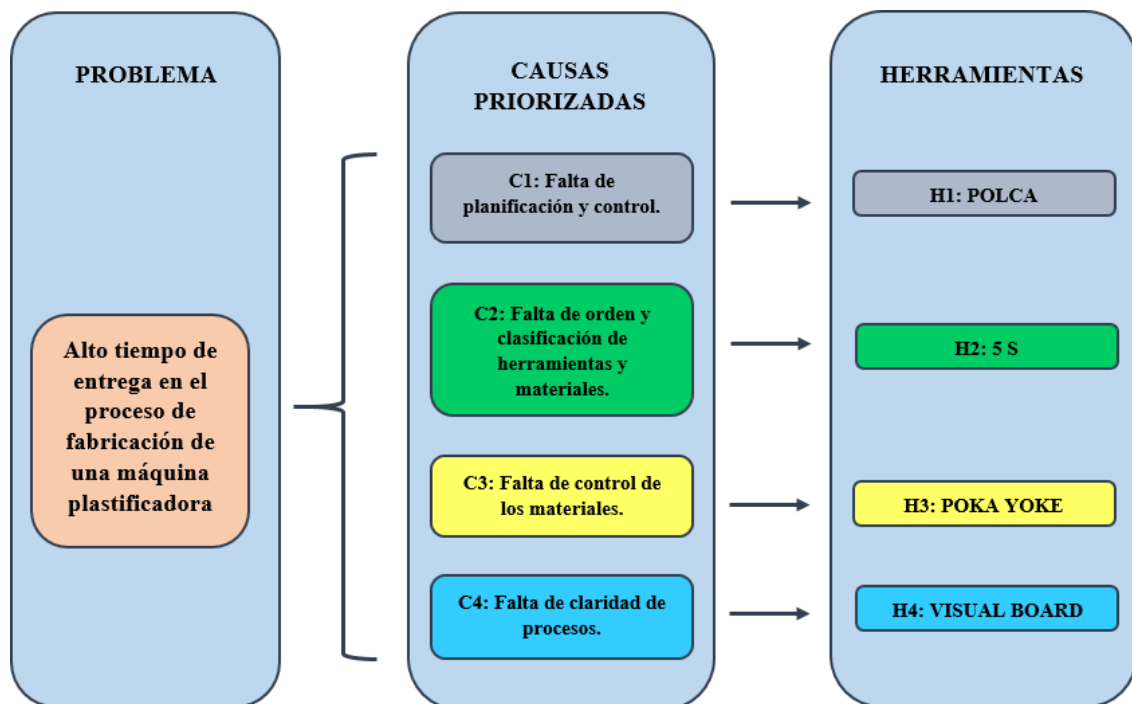
**CAPITULO 7:**

**ANÁLISIS DE RESULTADOS**

## **7.1 Estimación de resultados**

Nuestro análisis de la empresa y la propuesta de solución tuvieron como meta analizar, diseñar e implementar QRM y sus herramientas de soporte para entregar la máquina plastificadora a tiempo.

Según la tabla 4, la falta de incumpliendo de entrega de la maquina plastificadora es un 100% en los últimos 5 años y para dar solución al problema de la entrega a tiempo de la máquina plastificadora se priorizaron 4 causas principales a través de la herramienta de Ishikawa y Pareto, así mismo para contrarrestar estas causas se utilizaron 4 herramientas como se describe en la figura 58.



*Figura 58: Análisis y evaluación del problema en la empresa*



En la siguiente figura se presenta el resultado de aplicar las 4 herramientas en la empresa.

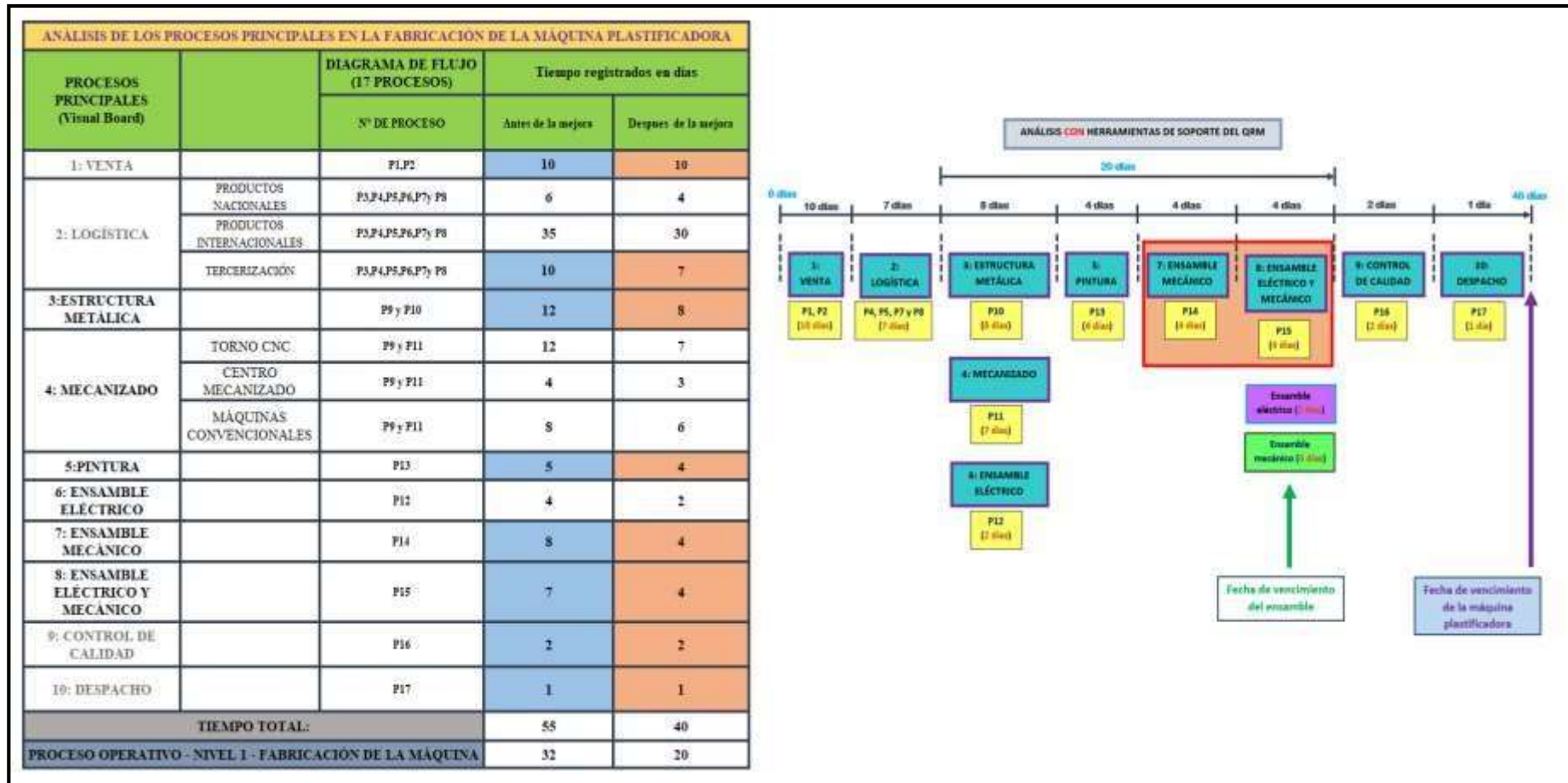


Figura 59: Análisis de las herramientas de soporte del QRM

A continuación, en la figura 60 se presenta el informe de verificación del proyecto de mejora en la empresa:



**LCH GRAPHIC EQUIPMENT** S. a. c.



**Informe de Verificación de proyectos de mejora**

Beneficios obtenidos con la ejecución de la mejora en el proceso de fabricación de la máquina plastificadora

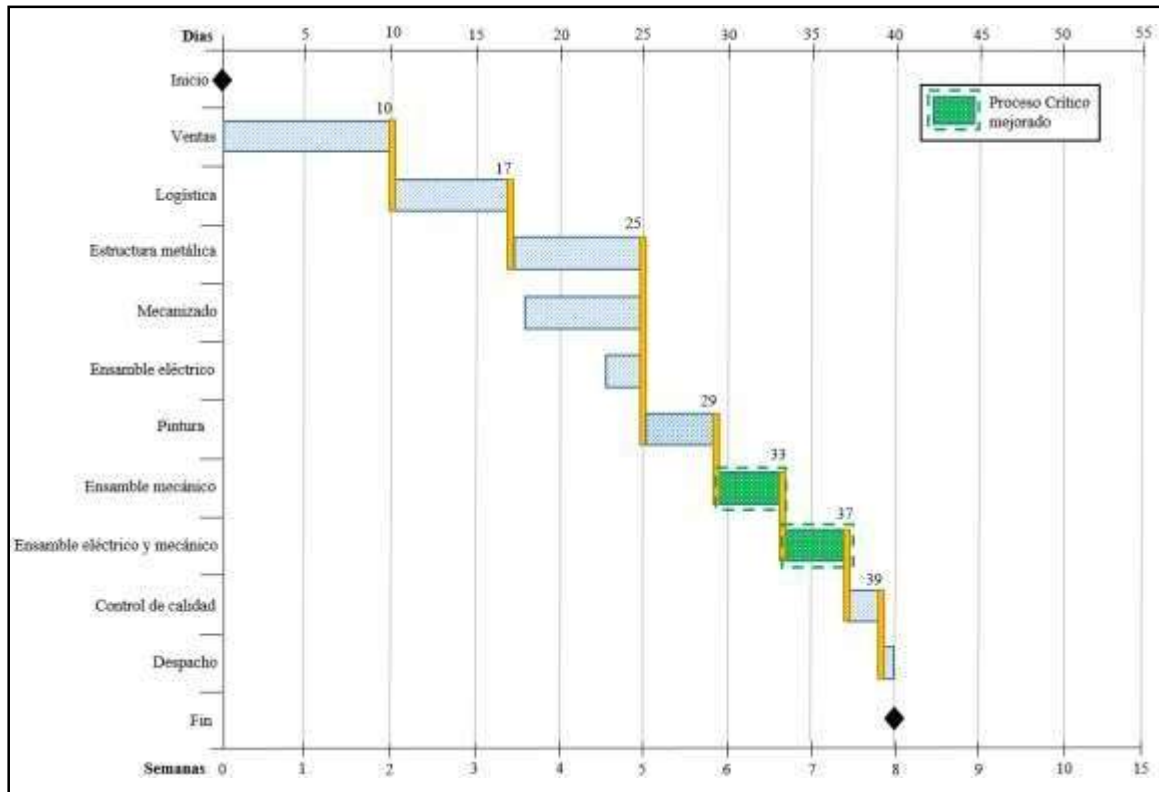
Nombre del Proyecto	Problema del Proyecto	Causas priorizadas	Herramientas de soporte del QRM	Tiempo de fabricación de la máquina plastificadora antes de la mejora (días)	Tiempo de fabricación de la máquina plastificadora con las herramientas de soporte del QRM (días)	Reducción de tiempo (días)	Reducción de tiempos en porcentaje	Ahorro anual en la fabricación de las máquinas plastificadoras
"Aplicación de QRM para reducir el tiempo de entrega del proceso de fabricación de una máquina plastificadora en una empresa metalmeccánica"	Alto tiempo de entrega en el proceso de fabricación de una máquina plastificadora	Falta de claridad de procesos	VISUAL BOARD	55	40	15	27.27%	S/. 37,244.16
		Falta de orden y clasificación de herramientas y materiales	5 S.					
		Falta de planificación y control	POLCA					
		Falta de control de materiales	POKA YOKE					

Director del Proyecto	Director del Proyecto	Jefe de Producción	Gerente General
Katherine Emilia Camacho Sánchez	Jenner José Saavedra Rosales	Ing. Donny Chávez	Sr. Luzgardo Chávez

Figura 60: Informe de verificación del proyecto

A partir de las mejoras en el proceso de fabricación, las cuáles han sido validadas, a continuación, se muestran tres posibles escenarios (moderado, optimista y pesimista).

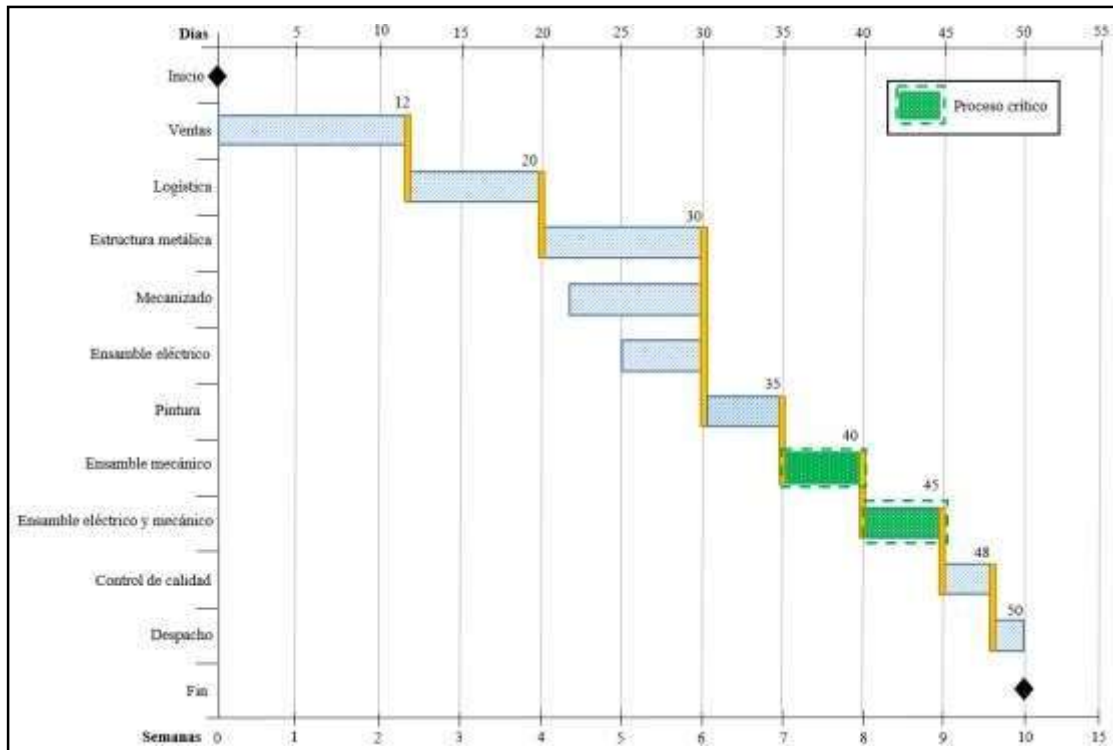
### Escenario moderado



*Figura 61: MCT Escenario Moderado del proceso de fabricación de la máquina plastificadora*

A partir del gráfico, se precisa que, en un escenario moderado, el proceso de fabricación toma un total de 40 días, siempre que se aplique correctamente la metodología Quick Response Manufacturing y las herramientas de soporte presentadas. Los rectángulos resaltados en verde, representan los procesos de ensamble mecánico y ensamble eléctrico y mecánico, los cuáles, son los procesos más críticos y en donde se ha enfocado gran parte de la aplicación de mejora.

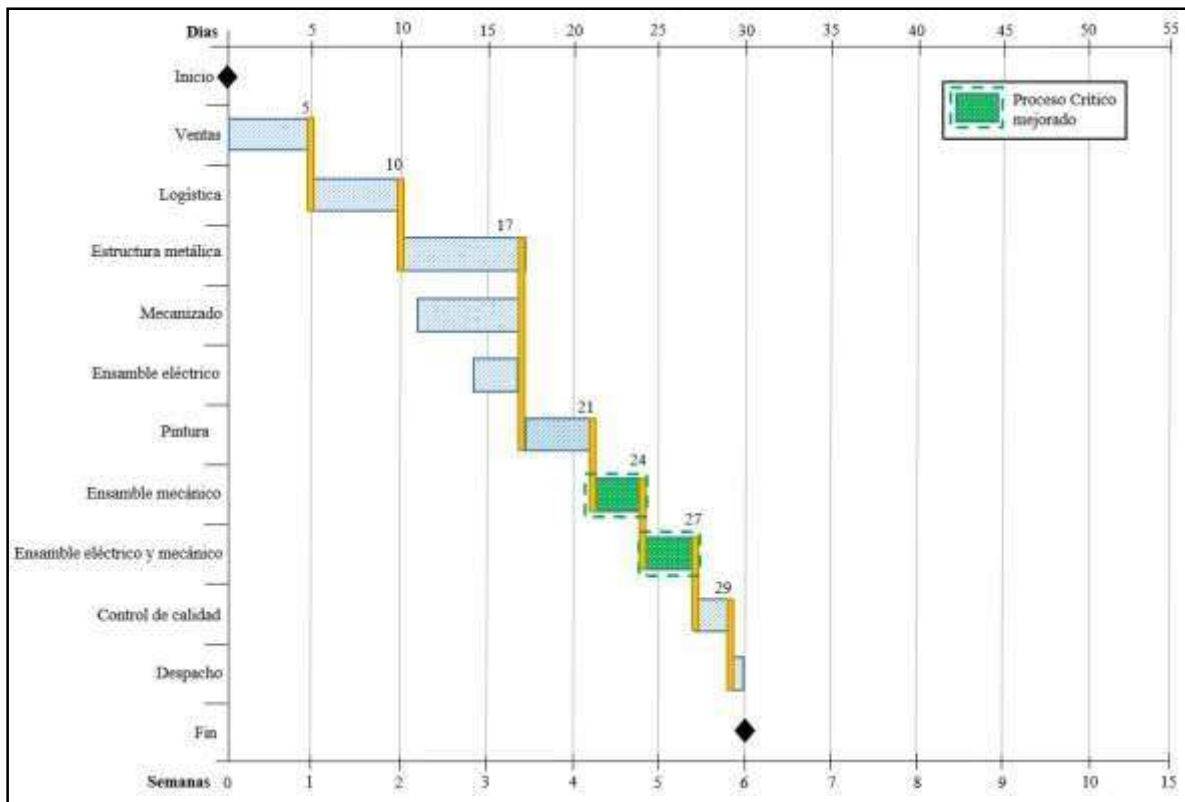
## Escenario pesimista



*Figura 62: MCT Escenario Pesimista del proceso de fabricación de la máquina plastificadora*

De acuerdo al gráfico mostrado, se enfatiza que, en un escenario pesimista, el proceso de fabricación toma un total de 50 días. Este aumento de días respecto al escenario moderado puede ser causado a raíz de factores internos y externos. Respecto al contexto interno consideramos que la mala aplicación de la metodología seleccionada, así como de las herramientas podrían agravar la problemática porque se puede generar una mayor cantidad de errores, también la falta de compromiso de gerencia y de los colaboradores en su totalidad ocasionaría mayor tiempo de entrega. De otro lado, en el contexto externo, frente a una posible crisis económica donde existan altas barreras de exportación, afectaría al proceso de fabricación, debido a los altos tiempos de entrega de los materiales.

## Escenario optimista



*Figura 63: MCT Escenario Optimista del proceso de fabricación de la máquina plastificadora*

De acuerdo al gráfico presentado, se infiere que, en un escenario optimista, el proceso de fabricación toma un total de 30 días. Este escenario se produciría si es que se reduce al 50% de tiempo el proceso de ventas y de logística, lo cual no forma parte del trabajo de investigación. Lo anterior, por supuesto, garantizando la correcta aplicación de la metodología Quick Response Manufacturing y las herramientas de soporte, las cuales garanticen una mejora constante de todo el proceso de fabricación.

Como se muestra en el informe presentado a gerencia, la aplicación de las herramientas de soporte de QRM produjo una reducción en el tiempo de ciclo de fabricación de la máquina plastificadora, de 55 a 40 días, lo que permite una disminución de 15 días para que se pueda fabricar otra máquina. Así mismo, ello suscita un ahorro de dinero, el cual se describe a continuación:

ANÁLISIS DEL SISTEMA DE COSTEO DE LA PLASTIFICADORA (SIN HERRAMIENTAS QRM)				ANÁLISIS DEL SISTEMA DE COSTEO DE LA PLASTIFICADORA (CON HERRAMIENTAS QRM)			
DETERMINACIÓN DE COSTOS UNITARIOS DE PRODUCCIÓN (LÍNEA DE PLASTIFICADORAS)				DETERMINACIÓN DE COSTOS UNITARIOS DE PRODUCCIÓN (LÍNEA DE PLASTIFICADORAS)			
VOLUMEN DE PRODUCCIÓN: 2				VOLUMEN DE PRODUCCIÓN: 2			
CONCEPTO	UNITARIO	TOTAL	%	CONCEPTO	UNITARIO	TOTAL	%
MATERIALES DIRECTOS	S/13,047.00	S/26,094.00	38.7%	MATERIALES DIRECTOS	S/13,047.00	S/26,094.00	38.7%
MANO DE OBRA DIRECTA	S/18,519.30	S/37,038.61	55.0%	MANO DE OBRA DIRECTA	S/17,132.39	S/34,264.77	55.0%
COSTOS INDIRECTOS (ABC)	S/2,114.24	S/4,228.48	6.3%	COSTOS INDIRECTOS (ABC)	S/1,949.32	S/3,898.64	6.3%
<b>TOTAL</b>	<b>S/33,680.55</b>	<b>S/67,361.09</b>	<b>100.0%</b>	<b>TOTAL</b>	<b>S/32,128.71</b>	<b>S/64,257.41</b>	<b>100.0%</b>

Resumiendo	
# de maquinas plastificadoras	Ahorro total
1	S/1,551.84
24	S/37,244.16

Figura 64: Análisis del sistema de costeo de la máquina plastificadora

En la figura 64 se presenta el análisis del sistema de costeo de la plastificadora antes y después de la aplicación de las herramientas de soporte de QRM.

En el primer cuadro se visualiza el costo unitario y total de los materiales directos, mano de obra directa y los costos indirectos de la máquina plastificadora para un volumen de producción de 2 máquinas por mes generando un costo total de S/. 67,361.09. Mientras que el segundo cuadro el costo total es de S/64,257.41, esto demuestra una reducción de costo de S/. 1,551.84 por unidad fabricada. Este dato permite afirmar que en el año por la producción de 24 máquinas se produce un ahorro de S/. 37,244.16.

El análisis de sistema de costeo presentado previamente está basado en el artículo “ABC costing model for a MYPE of the metalworking sector” de nuestra autoría, a continuación, se presenta un fragmento del artículo (ver figura 65).

**ABC costing model for a MYPE of the metalworking sector**

Katherine Camacho<sup>1</sup>[0000-0001-9345-4084], Jenner Saavedra<sup>2</sup>[0000-0003-3560-4157]  
Yeimy Salvatierra<sup>3</sup>[0000-0003-0947-7238] y Grimaldo Quispe<sup>4</sup>[0000-0001-9631-0289]

<sup>1</sup> Universidad Tecnológica del Perú, Lima, Perú  
1130221@utp.edu.pe

<sup>2</sup> Universidad Tecnológica del Perú, Lima, Perú  
1420414@utp.edu.pe

<sup>3</sup> Universidad Tecnológica del Perú, Lima, Perú  
ysalvatier@utp.edu.pe

<sup>4</sup> Universidad Nacional Autónoma Alto andina de Tarma, Huancayo, Perú  
quispe@unaat.edu.pe

**Abstract.** The metalworking sector in Peru has several production lines, which generates a high demand in the market. A large part of this sector is made up of MYPES, which when manufacturing their products do not exercise correct control of their processes and activities, which leads to not having a good cost system, this problem in the long term can achieve large losses and even lead to bankruptcy. For this reason, an ABC Costs model has been designed, as a proposal for MYPES, which allows efficient cost control, through the analysis and evaluation of the relationships between the resources, activities and products involved, thus making better decisions to future. Therefore, the present investigation describes the cost analysis in the laminating machine line using the ABC Cost System. In this case study, the analysis was structured in two levels, First Order Directing and Second Order Directing, in the first level the relationship of indirect resources with the main activities of the process was evaluated and in the second level, it was analyzed the relationship of the activities with the cost objects (production lines), in this case the six products with the highest demand in the company were taken, and to determine the relationship in the two levels, the cost drivers were applied. Finally, the unit and total cost of the indirect resources for the manufacture of the laminating machine was determined, being the value of S / 2114.24, which represents 6.3% of the total cost.

**Keywords:** cost driver, resource, activity, cost object

*Figura 65: Artículo del sistema de costeo ABC*

**CAPÍTULO 8:**

**IMPACTO ECONÓMICO**



A continuación, se describe los costos de cada herramienta de soporte del QRM para analizar las ventajas financieras:

Los costos de las capacitaciones externas se presentan en el Anexo 10.

## **8.1 Costos por la implementación de VISUAL BOARD**

### **8.1.1 Costos tangibles**

En la siguiente tabla se presenta los costos tangibles del VISUAL BOARD:

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo Total</b>
Material de capacitación (hojas A3)	5	S/ 2.00	S/2.00
Tinta de impresora	4 cartuchos	S/ 30.00	S/120.00
Útiles de escritorio (lapiceros, lapiz, etc)	5	S/ 1.00	S/5.00
<b>Total</b>			<b>S/127.00</b>

*Tabla 16: Costos tangibles del Visual Board*

En la tabla 16 se presenta todos los costos de materiales para realizar el Visual Board en el proceso de fabricación de la plastificadora.

### 8.1.2 Costos intangibles

En la siguiente tabla se presenta los costos intangibles del VISUAL BOARD:

Fase	Descripción	Integrante	Cantidad de personas	Tiempo (días)	Horas	Costo Hr/H	Costo Total
Inicio	Capacitaciones externas	Consultor	1	5	2	S/120.00	S/ 1,200.00
Planificación	Recopilación de información	Trabajadores de la empresa	16	12	1	S/ 12.72	S/ 2,442.24
	Elaborar el Visual Board (Alcance de la herramienta y trazar estrategias)	Personal a cargo de implementar QRM	1	49	4	S/ 12.72	S/ 2,493.12
Implementación	Capacitación del personal	Trabajadores de la empresa	16	5	1	S/ 12.72	S/ 1,017.60
	Ejecutar el plan del Visual Board	Personal a cargo de implementar QRM	1	13	4	S/ 12.72	S/ 661.44
Monitoreo y Control	Capacitación del personal	Trabajadores de la empresa	16	5	0.25	S/ 12.72	S/ 254.40
	Rastrear, analizar y dirigir el Visual Board	Personal a cargo de implementar QRM	1	20	1	S/ 12.72	S/ 254.40
<b>TOTAL</b>							<b>S/ 8,323.20</b>

*Tabla 17: Costos intangibles del Visual Board*

En la tabla 17 se presenta todos los costos intangibles para desarrollar el Visual Board, en donde la herramienta se ejecuta en cuatro fases:

Inicio, Planificación, Implementación y Monitoreo y Control.

## **8.2 Costos por la implementación de POLCA**

### **8.2.1 Costos tangibles**

En la siguiente tabla se presenta los costos tangibles de POLCA:

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo Total</b>
Material de capacitación (hojas A4)	1/2 millar	S/ 10.00	S/5.00
Tinta de impresora	2 cartuchos	S/ 30.00	S/60.00
Útiles de escritorio (lapiceros, lapiz, etc)	5	S/ 1.00	S/5.00
<b>Total</b>			<b>S/70.00</b>

*Tabla 18: Costos tangibles de POLCA*

En la tabla 18 se presenta todos los costos de materiales para desarrollar el sistema POLCA en el proceso de fabricación.

### 8.2.2 Costos intangibles

En la siguiente tabla se presenta los costos intangibles de POLCA:

Fase	Descripcion	Integrante	Cantidad de personas	Tiempo (días)	Horas	Costo Hr/H	Costo Total
Inicio	Capacitaciones externas	Consultor	1	5	2	S/150.00	S/ 1,500.00
Planificación	Recopilación de información	Trabajadores de la empresa	7	5	1	S/ 12.72	S/ 445.20
	Elaborar POLCA (Alcance de la herramienta y trazar estrategias)	Personal a cargo de implementar QRM	1	48	4	S/ 12.72	S/ 2,442.24
Implementación	Capacitación del personal	Trabajadores de la empresa	7	5	1	S/ 12.72	S/ 445.20
	Ejecutar el plan de POLCA	Personal a cargo de implementar QRM	1	25	4	S/ 12.72	S/ 1,272.00
Monitoreo y Control	Capacitación del personal	Trabajadores de la empresa	7	5	0.5	S/ 12.72	S/ 222.60
	Rastrear, analizar y dirigir POLCA	Personal a cargo de implementar QRM	1	18	1	S/ 12.72	S/ 228.96
<b>TOTAL</b>							<b>S/ 6,556.20</b>

Tabla 19: Costos intangibles de POLCA

En la tabla 19 se presenta todos los costos intangibles para ejecutar POLCA, en donde la herramienta tiene como objetivo dar solución a la causa priorizada como falta de planificación y control.

### **8.3 Costos por la implementación de 5 S**

#### **8.3.1 Costos tangibles**

En la siguiente tabla se presenta los costos tangibles de 5 S:

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo Total</b>
Material de capacitación (hojas A4)	1/2 millar	S/ 10.00	S/5.00
Tinta de impresora	2 cartuchos	S/ 30.00	S/60.00
Útiles de escritorio (lapiceros, lapiz, etc)	5	S/ 1.00	S/5.00
Accesorios de limpieza (trapo industrial, alcohol industrial, etc)	2	S/ 60.00	S/120.00
<b>Total</b>			<b>S/190.00</b>

*Tabla 20: Costos tangibles de las 5 S*

En la tabla 20 se presenta todos los costos de materiales para implementar las 5 S en el área eléctrica y mecánica.

### 8.3.2 Costos intangibles

En la siguiente tabla se presenta los costos intangibles de 5S:

Fase	Descripcion	Integrante	Cantidad de personas	Tiempo (días)	Horas	Costo Hr/H	Costo Total
Inicio	Capacitaciones externas	Consultor	1	10	2	S/ 80.00	S/ 1,600.00
Planificación	Recopilación de información	Trabajadores de la empresa	6	12	1	S/ 12.72	S/ 915.84
	Elaborar las 5 S (Alcance de la herramienta y trazar estrategias)	Personal a cargo de implementar QRM	1	47	4	S/ 12.72	S/ 2,391.36
Implementación	Capacitación del personal	Trabajadores de la empresa	6	6	1	S/ 12.72	S/ 457.92
	Ejecutar el plan de las 5 S	Personal a cargo de implementar QRM	1	81	4	S/ 12.72	S/ 4,121.28
Monitoreo y Control	Capacitación del personal	Trabajadores de la empresa	6	6	0.5	S/ 12.72	S/ 228.96
	Rastrear, analizar y dirigir las 5 S	Personal a cargo de implementar QRM	1	24	1	S/ 12.72	S/ 305.28
<b>TOTAL</b>							<b>S/ 10,020.64</b>

Tabla 21: Costos intangibles de las 5 S

En la tabla 21 se presenta todos los costos intangibles para desarrollar las 5 S, en donde la herramienta tiene como objetivo dar solución a la causa priorizada como falta de orden y clasificación de herramientas y materiales en el área eléctrica y mecánica.

## **8.4 Costos por la implementación de POKA YOKE**

### **8.4.1 Costos tangibles**

En la siguiente tabla se presenta los costos tangibles de POKA YOKE:

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo Total</b>
Material de capacitación (hojas A4)	1/2 millar	S/ 10.00	S/5.00
Tinta de impresora	2 cartuchos	S/ 30.00	S/60.00
Útiles de escritorio (lapiceros, lapiz, etc)	5	S/ 1.00	S/5.00
<b>Total</b>			<b>S/70.00</b>

*Tabla 22: Costos tangibles del POKA YOKE*

En la tabla 22 se presenta todos los costos de materiales para desarrollar Poka Yoke en el área eléctrica y mecánica.

#### 8.4.2 Costos intangibles

En la siguiente tabla se presenta los costos intangibles de POKA YOKE:

Fase	Descripcion	Integrante	Cantidad de personas	Tiempo (días)	Horas	Costo Hr/H	Costo Total
Planificación	Recopilación de información	Trabajadores de la empresa	6	6	1	S/ 12.72	S/ 457.92
	Elaborar el POKA YOKE (Alcance de la herramienta y trazar estrategias)	Personal a cargo de implementar QRM	1	15	4	S/ 12.72	S/ 763.20
Implementación	Capacitacion del personal	Trabajadores de la empresa	6	4	1	S/ 12.72	S/ 305.28
	Ejecutar el plan del POKA YOKE	Personal a cargo de implementar QRM	1	6	4	S/ 12.72	S/ 305.28
Monitoreo y Control	Capacitacion del personal	Trabajadores de la empresa	6	5	0.25	S/ 12.72	S/ 95.40
	Rastrear, analizar y dirigir el POKA YOKE	Personal a cargo de implementar QRM	1	18	0.5	S/ 12.72	S/ 114.48
<b>TOTAL</b>							<b>S/ 2,041.56</b>

Tabla 23: Costos intangibles de POKA YOKE



En la tabla 23 se presenta todos los costos intangibles para desarrollar el POKA YOKE en el área eléctrica y mecánica, en donde la herramienta tiene como objetivo dar solución a la causa priorizada como falta de orden y clasificación de herramientas y materiales en el área eléctrica y mecánica.

## **8.5 Resumen de los Costos totales de implementación**

### **8.5.1 Costos tangibles**

En la siguiente tabla se presenta todos los costos tangibles para desarrollar las herramientas de soporte del QRM.

<b>Herramienta de soporte de QRM</b>	<b>Costo Total</b>
VISUAL BOARD	S/127.00
POLCA	S/70.00
5 S	S/190.00
POKA YOKE	S/70.00
<b>TOTAL</b>	<b>S/457.00</b>

*Tabla 24: Costos totales tangibles de las herramientas de soporte del QRM*

En la tabla 24 se presenta todos los costos de materiales para implementar las herramientas de soporte del QRM.

### **8.5.2 Costos intangibles**

En la siguiente tabla se presenta todos los costos intangibles para desarrollar las herramientas de soporte del QRM.

Herramienta de soporte de QRM	Costo Total
VISUAL BOARD	S/ 8,323.20
POLCA	S/ 6,556.20
5 S	S/ 10,020.64
POKA YOKE	S/ 2,041.56
<b>TOTAL</b>	S/ 26,941.60

*Tabla 25: Costos totales intangibles de las herramientas de soporte del QRM*

En la tabla 25 se presenta todos los costos intangibles para implementar las herramientas de soporte del QRM con el objetivo de dar solución a la entrega de tiempo de la máquina plastificadora.

Se concluye que el costo total de implementación de las herramientas de soporte es de S/ 27,398.60

### **8.6 COK**

De acuerdo al BCP para un préstamo de S/ 27,398.60 en una empresa metalmecánica el COK = 18.5 %.

### **8.7 Proyección de flujos**

Con la finalidad de analizar los beneficios económicos de la metodología QRM se establece tres escenarios, para lo cual se considera la demanda proyectada según los escenarios del sector metalmecánico en el Perú. En ese sentido, el Instituto de Estudios Económicos y Sociales (IEES) de la Sociedad Nacional de Industrias (SNI) afirma que el sector metalmecánico creció en 10.2% en el 2018, en base a este estudio se toma como referencia el 10.2% para el escenario moderado y para un escenario optimista se considera el doble que el escenario moderado, es decir 20.4%.

De otro lado, según la Gerencia Central de Estudios Económicos del Banco Central de Reserva (BCR) entre enero y julio del 2020 se produjo una caída del 33,4% en el sector metalmecánico debido al covid 19, en base a este estudio se toma como referencia el 33.4% para el escenario pesimista.

En la siguiente tabla se presenta tres escenarios en función a la demanda proyectada:

<b>Escenarios planteados</b>	<b>Demanda proyectada</b>
Pesimista	Decrecimiento anual del 33.4% aprox.
Moderado o actual	Crecimiento anual del 10.2% aprox.
Optimista	Crecimiento anual del 20.4% aprox.

*Tabla 26: Escenarios y demanda para la proyección de flujos*

A continuación, se desarrollan los tres escenarios con su respectiva proyección y flujo de ahorro.

### 8.7.1 Escenario Pesimista

En la siguiente tabla se presenta el escenario pesimista donde se tiene una implementación de un año y se proyecta la tendencia en los siguientes 5 años.

Proyección de ventas de las máquinas plastificadoras en el escenario Pesimista						
Descripción	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ventas de máquinas plastificadoras		24	16	11	7	5
Ahorro de Costos por fabricación de la máquina		S/ 1,551.84	S/ 1,551.84	S/ 1,551.84	S/ 1,551.84	S/ 1,551.84
<b>Total de Ingresos</b>	S/0	S/ 37,244.16	S/ 24,829.44	S/ 17,070.24	S/ 10,862.88	S/ 7,759.20

*Tabla 27: Proyección de ventas de las máquinas plastificadoras en el escenario Pesimista*

Luego de realizar la proyección en un escenario pesimista se realiza el flujo de ahorro para analizar los indicadores y validar si el proyecto es rentable.

Flujo de ahorro proyectado en el escenario Pesimista						
Flujo de caja económico	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
<b>INGRESOS</b>						
Flujo de Ahorros		S/ 37,244.16	S/ 24,829.44	S/ 17,070.24	S/ 10,862.88	S/ 7,759.20
Total Ingresos	S/0	S/ 37,244.16	S/ 24,829.44	S/ 17,070.24	S/ 10,862.88	S/ 7,759.20
<b>EGRESOS</b>						
Inversión	S/ 27,398.60					
Gastos operativos después de la implementación	Análisis de mejora continua de las herramientas de soporte del QRM	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00
	Asesorías externas anuales	S/ 1,200.00	S/ 1,200.00	S/ 1,200.00	S/ 1,200.00	S/ 1,200.00
	Capacitación trimestral de las herramientas y sus mejoras a los trabajadores	S/ 1,800.00	S/ 1,800.00	S/ 1,800.00	S/ 1,800.00	S/ 1,800.00
	Accesorios de limpieza	S/ 100.00	S/ 100.00	S/ 100.00	S/ 100.00	S/ 100.00
	Gabinete rodante para herramientas	S/ 1,800.00	S/ 1,800.00			
Total Egresos	S/ 27,398.60	S/ 6,400.00	S/ 6,400.00	S/ 4,600.00	S/ 4,600.00	S/ 4,600.00
<b>Flujo de caja económico</b>	-S/ 27,398.60	S/ 30,844.16	S/ 18,429.44	S/ 12,470.24	S/ 6,262.88	S/ 3,159.20
<b>Cok</b>	18.5%					
<b>VAN</b>	S/23,776.79					
<b>TIR</b>	73%					
<b>C/B</b>	S/1.87					

Tabla 28: Flujo de ahorro proyectado en el escenario Pesimista

En la tabla 28 según los indicadores el Van > 0 por tanto el proyecto es atractivo y aceptado, el TIR > 0 por lo tanto el proyecto devuelve el capital invertido más una ganancia adicional y el C/B indica que por cada sol invertido se gana S/1.87.

### 8.7.2 Escenario Moderado (Actual)

En la siguiente tabla se presenta el escenario moderado donde se tiene una implementación de un año y se proyecta la tendencia en los siguientes 5 años.

Proyección de ventas de las máquinas plastificadoras en el escenario Moderado						
Descripción	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ventas de máquinas plastificadoras		24	26	29	32	35
Ahorro de Costos por fabricación de la máquina		S/ 1,551.84	S/ 1,551.84	S/ 1,551.84	S/ 1,551.84	S/ 1,551.84
<b>Total de Ingresos</b>	S/0	S/ 37,244.16	S/ 40,347.84	S/ 45,003.36	S/ 49,658.88	S/ 54,314.40

Tabla 29: Proyección de ventas de las máquinas plastificadoras en el escenario Moderado

Luego de realizar la proyección en un escenario moderado se realiza el flujo de ahorro para analizar los indicadores y validar si el proyecto es rentable.

Flujo de ahorro proyectado en el escenario Moderado						
Flujo de caja económico	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
<b>INGRESOS</b>						
Flujo de Ahorros		S/ 37,244.16	S/ 40,347.84	S/ 45,003.36	S/ 49,658.88	S/ 54,314.40
Total Ingresos	S/0	S/ 37,244.16	S/ 40,347.84	S/ 45,003.36	S/ 49,658.88	S/ 54,314.40
<b>EGRESOS</b>						
Inversión	S/ 27,398.60					
Gastos operativos después de la implementación	Análisis de mejora continua de las herramientas de soporte del QRM	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00
	Asesorías externas anuales	S/ 1,200.00	S/ 1,200.00	S/ 1,200.00	S/ 1,200.00	S/ 1,200.00
	Capacitación trimestral de las herramientas y sus mejoras a los trabajadores	S/ 1,800.00	S/ 1,800.00	S/ 1,800.00	S/ 1,800.00	S/ 1,800.00
	Accesorios de limpieza	S/ 100.00	S/ 100.00	S/ 100.00	S/ 100.00	S/ 100.00
	Gabinete rodante para herramientas	S/ 1,800.00	S/ 1,800.00			
Total Egresos	S/ 27,398.60	S/ 6,400.00	S/ 6,400.00	S/ 4,600.00	S/ 4,600.00	S/ 4,600.00
<b>Flujo de caja económico</b>	-S/ 27,398.60	S/ 30,844.16	S/ 33,947.84	S/ 40,403.36	S/ 45,058.88	S/ 49,714.40
<b>Cok</b>	18.5%					
<b>VAN</b>	S/91,213.61					
<b>TIR</b>	121%					
<b>C/B</b>	S/4.33					

Tabla 30: Flujo de ahorro proyectado en el escenario Moderado

En la tabla 30 según los indicadores el Van > 0 por tanto el proyecto es atractivo y aceptado, el TIR > 0 por lo tanto el proyecto devuelve el capital invertido más una ganancia adicional y el C/B indica que por cada sol invertido se gana S/4.33.

### 8.7.3 Escenario Optimista

En la siguiente tabla se presenta el escenario optimista donde se tiene una implementación de un año y se proyecta la tendencia en los siguientes 5 años.

Proyección de ventas de las máquinas plastificadoras en el escenario Optimista						
Descripción	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ventas de máquinas plastificadoras		24	29	35	42	50
Ahorro de Costos por fabricación de la máquina		S/ 1,551.84	S/ 1,551.84	S/ 1,551.84	S/ 1,551.84	S/ 1,551.84
<b>Total de Ingresos</b>	S/0	S/ 37,244.16	S/ 45,003.36	S/ 54,314.40	S/ 65,177.28	S/ 77,592.00

Tabla 31: Proyección de ventas de las máquinas plastificadoras en el escenario Optimista

Luego de realizar la proyección en un escenario optimista se realiza el flujo de ahorro para analizar los indicadores y validar si el proyecto es rentable.



Flujo de ahorro proyectado en el escenario Optimista						
Flujo de caja económico	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
<b>INGRESOS</b>						
Flujo de Ahorros		S/ 37,244.16	S/ 45,003.36	S/ 54,314.40	S/ 65,177.28	S/ 77,592.00
Total Ingresos	S/0	S/ 37,244.16	S/ 45,003.36	S/ 54,314.40	S/ 65,177.28	S/ 77,592.00
<b>EGRESOS</b>						
Inversión	S/ 27,398.60					
Gastos operativos después de la implementación	Análisis de mejora continua de las herramientas de soporte del QRM	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00
	Asesorías externas anuales	S/ 1,200.00	S/ 1,200.00	S/ 1,200.00	S/ 1,200.00	S/ 1,200.00
	Capacitación trimestral de las herramientas y sus mejoras a los trabajadores	S/ 1,800.00	S/ 1,800.00	S/ 1,800.00	S/ 1,800.00	S/ 1,800.00
	Accesorios de limpieza	S/ 100.00	S/ 100.00	S/ 100.00	S/ 100.00	S/ 100.00
	Gabinete rodante para herramientas	S/ 1,800.00	S/ 1,800.00			
Total Egresos	S/ 27,398.60	S/ 6,400.00	S/ 6,400.00	S/ 4,600.00	S/ 4,600.00	S/ 4,600.00
<b>Flujo de caja económico</b>	-S/ 27,398.60	S/ 30,844.16	S/ 38,603.36	S/ 49,714.40	S/ 60,577.28	S/ 72,992.00
<b>Cok</b>	18.5%					
<b>VAN</b>	S/117,956.51					
<b>TIR</b>	133%					
<b>C/B</b>	S/5.31					

Tabla 32: Flujo de ahorro proyectado en el escenario Optimista

En la tabla 32 según los indicadores el Van > 0 por tanto el proyecto es atractivo y aceptado, el TIR > 0 por lo tanto el proyecto devuelve el capital invertido más una ganancia adicional y el C/B indica que por cada sol invertido se gana S/5.31.

Como resultado de analizar los tres escenarios y los indicadores financieros del VAN, TIR y C/B se realiza la aproximación beta de escenarios; con la meta de tener un promedio ponderado del proyecto, como se presenta a continuación:

INDICADOR	PESIMISTA	MODERADO	OPTIMISTA	BETA
<b>VAN</b>	S/54,763.29	S/92,664.74	S/117,956.51	S/77,648.97
<b>TIR</b>	101%	122%	133%	109%
<b>C/B</b>	S/3.00	S/4.38	S/5.31	S/3.84

*Tabla 33: Aproximación de escenarios*

En la tabla 33 se presenta el escenario beta con un VAN de S/77,648.97, TIR 109% y C/B lo que permite un retorno de S/3.84 por cada sol invertido, logrando demostrar que el proyecto es rentable.

## **CONCLUSIONES**

- a) Después de haber realizado una evaluación del tipo de producción, se determinó que la metodología solución idónea para el trabajo es Quick Response Manufacturing (QRM) porque el modelo se adapta a organizaciones con características similares a la de estudio, es decir, se aplica en empresas con líneas de producción de alta mezcla y bajo volumen.
- b) A partir del diagnóstico, se concluye que el incremento en el tiempo de entrega de la máquina plastificadora, se genera a raíz de las siguientes causas críticas: falta de planificación y control para dar inicio con el proceso de fabricación, falta de orden y clasificación de materiales y herramientas (falta de espacio para organizar), falta de control de materiales (no hay claridad de stock), falta de claridad de los procesos de fabricación por parte de los colaboradores.
- c) Para la ejecución de la aplicación de QRM, se abordaron las causas críticas ya identificadas, a través del uso de las siguientes herramientas: POLCA, 5S, Poka Yoke y Visual Board. El uso de cada herramienta está relacionado a una causa raíz, lo que permitió analizar a profundidad y determinar cuál era la mejor forma de aplicarla.
- d) A partir de la aplicación de QRM, se concluye que se ha generado una reducción de 15 días en el proceso de fabricación de la plastificadora, de 55 a 40 días, logrando un mayor nivel de cumplimiento en las entregas, así mismo, mayor disponibilidad de tiempo

para iniciar con un nuevo pedido o avanzar con la fabricación de otro tipo de máquina. Ese dato representa un ahorro de S/. 37,244.16 anualmente.

e) Finalmente, en base al análisis del impacto económico financiero sobre la aplicación de QRM, se concluye que la implementación en la línea de fabricación de máquinas plastificadoras resulta viable porque se obtuvo un VAN de S/ 77,648.97 > 0, un TIR de 109% y C/B de S/3.84.

## RECOMENDACIONES

- a) El recurso humano es muy fundamental en la implementación de la mejora, por lo tanto, se recomienda ejecutar actividades y capacitaciones que preparen a los colaboradores para los nuevos cambios que se presentarán, especialmente en el área de producción.
- b) Se recomienda extender estas nuevas prácticas de mejora en todos los procesos, con el fin de que toda la organización esté involucrada en el cambio y así lograr un nivel de cumplimiento mayor en la entrega del producto final.
- c) Se sugiere revisar e identificar nuevas oportunidades de mejora en la organización, que permitan seguir implementando herramientas y metodologías que fortalezcan la cultura en la organización.

## **REFERENCIAS**

- Alva, E. (2017). La desaparición de las microempresas en el Perú. Una aproximación a los factores que predisponen a su mortalidad. Caso del Cercado de Lima. *Economía y Desarrollo*, 158 (2), 76 – 90.
- Alendete, V., Barahona, M., Garcia, Y., Vellilla, A., y Cantillo, E., (2012) Análisis descriptivo de sectores metalmecánicos líderes en el mundo para el desarrollo y fortalecimiento del sector metalmecánico en el departamento del Atlántico, 23-27
- Anónimo. (2018). Mejoran perspectivas 2019. *Revista Institucional SIN Industria Peruana* (37) 1-56.
- Barbosa C., y Azevedo A., (2014) Hybrid modeling of MTO/ETO manufacturing environment for performance assessment.  
<https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1421788>
- Becerra, F., Serna, H. y Clemencia, J. (2013). *Redes empresariales locales, investigación y desarrollo e innovación en la empresa. Cluster de herramientas de Caldas, Colombia. Estudios Gerenciales*, 29(2013), 247–257. <http://dx.doi.org/10.1016/j.estger.2013.05.013>.
- Becerra, N. (2017). Propuesta de Mejora en el servicio de fabricación de repuestos para maximizar la eficacia en el cumplimiento de pedidos de la empresa Fundición y Maestranza S.R.L. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial – Universidad Privada del Norte]
- Chong K., y How W., (2014) TOOL FOR MAPPING MANUFACTURING CRITICAL-PATH TIME IN JOB SHOP ENVIRONMENT.15-16.
- Damij, N. y Damij, T. (2014). *Process Management: A Multidisciplinary Guide to Theory, Modeling, and Methodology*. Springer.


- Dempsey, P., y Heard, E., (2014) Time Based Competition (2014)  
doi:10.1002/9781118785317.weom120082
- Dwivedi, R. y Chakraborty, S. (2016). Adoption of an activity based costing model in an Indian Steel plant. *Business: Theory and Practice*, 17(4), 289–298.  
<http://dx.doi.org/10.3846/btp.17.10864>
- Erozan, I. (2019). A comparative study and a proposal of a decision support system for the pull systems. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 7(3), 523-539. <http://dx.doi.org/10.29109/gujsc.501888>
- Fernandes, N., Thüerer, M., Fernandes, N., Stevenson, M y Carmo, S. (2017). Load-Based POLCA: An Assessment of the Load Accounting Approach. *Springer International Publishing*, 397 – 405. [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-56538-5\\_40](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-56538-5_40)
- Fernandes, N. y Carmo, S. (2018). Load-Based Generic Polca: Performance Assesment Using Simulation. *Springer International Publishing*.  
[http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-63091-5\\_10](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-63091-5_10)
- Frazeo, T. y Standridge, C. (2016). CONWIP versus POLCA: A Comparative Analysis in a High-Mix, Low-Volume (HMLV) Manufacturing Environment with Batch Processing. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 9(2), 432 – 449. <http://dx.doi.org/10.3926/jiem.1248>
- Godinho M., Veloso E., (2013) From time-based competition (TBC) to quick response manufacturing (QRM): the evolution of research aimed at lead time reduction. 64:1177–1191. DOI 10.1007/s00170-012-4064-9
- González, J. (2017). Ley de Pareto: 80/20. 1–25. Retrieved from [www.jggomez.eu](http://www.jggomez.eu)
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la investigación*. México D.F.: McGraw-Hill / Interamericana Editores S.A.
- Ibarra, V. y Ballesteros, L. (2017). Manufactura Esbelta. *Conciencia Tecnológica*. 53, 54-58
- Krishnamurthy, A. y Suri, R. (2009). Planning and implementing POLCA: a card-based control system for high variety or custom engineered products. *Production Planning & Control*, 20(7), 596 – 610.  
<http://dx.doi.org/10.1080/09537280903034297>

- Liker, J. (2004). Las calves del éxito de TOYOTA: 14 principios de gestión del fabricante más grande del mundo. *Ediciones Gestión 2000*.
- Manzano, M. y Gisbert, V. (2016). Lean Manufacturing: Implantacion 5 S. *3C Tecnologia*. 20 (5), 16-26.  
<http://dx.doi.org/10.17993/3ctecno.2016.v5n4e20.16-26>
- Marín, F. (2019). *El Impacto del QRM en la industria del siglo XXI*. [Trabajo Fin de Master, Universidad Politécnica de Cartagena].
- Nelfiyanti, X., y Mod, Z., (2020) Quick response manufacturing and ergonomic consequences in manufacturing environment. doi:10.1088/1757-899X/788/1/012031
- Pieffers, J y Riezebos, J. (2006). Polca als innovatief materiaal-beheersingssysteem. *Rijksuniversiteit Groningen. Faculteit Bedrijfskunde Cluster Ontwerp van Productiesystemen*
- Posada, C. (15 de abril de 2019). Metalmecánica es clave para el desarrollo. LA CÁMARA, 22-24.
- Puma, G. (2011). *Propuesta de redistribución de planta y mejoramiento de la producción para la empresa "Prefabricados del AUSTRO"* [Tesis para optar el título de Ingeniero Comercial]. Universidad de Ciencias Administrativas y Económicas, Cuenca.
- QRM Institute (25 de enero de 2019). Webinar Quick Response Manufacturing [Video]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=LmE2IUXQBHE>
- Riezebos, J. (2014). Polca simulation of a unidirectional flow system. *Universidad de Groningen*, 332 – 338
- Rodríguez, M. (2017). *Aplicación de la estrategia QRM para la reducción de los tiempos de respuesta de fabricación en una empresa industrial*. [Trabajo Fin de Master, Universidad Politécnica de Cartagena].
- Romero, E., y Díaz, J. (2010). El uso del diagrama causa-efecto en el análisis de casos. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (México)*, XL (3-4), 127–142. <http://www.redalyc.org/pdf/270/27018888005.pdf>
- Sapkauskiene, A., y Leitoniene, S., (2013) The Concept of Time-Based Competition in the Context of Management Theory 21(2), 205-213.



- Sarria, M., Fonseca, G. y Bocanegra, C. (2017). Modelo metodológico de implementación de Lean Manufacturing. *Revista EAN*, 83, 51-71.  
<http://dx.doi.org/10.21158/01208160.n83.2017.1825>
- Severino, M. y Godinho Filho, M. (2017). POLCA system for supply chain management: simulation in the automotive industry. *J Intell Manuf.*  
<http://dx.doi.org/10.1007/s10845-017-1323-5>
- Suri, R. y Krishnamurthy, A. (2003). How to Plan and Implement POLCA: A Material Control System for High-Variety or Custom-Engineered Products. *Technical Report, Center for Quick Response Manufacturing.*
- Suri, R. (2010) It's about time: The Competitive Advantage of Quick Response Manufacturing.
- Suri, R. (2018). *The Practitioner's Guide to POLCA*. Taylor & Francis Group.
- Thürer, M., Fernandes, N., Carmo, S. y Stevenson, M. (2017). Improving performance in POLCA controlled high variety shops: An assessment by simulation. *Journal of Manufacturing Systems*, 44(2017), 143 – 153.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jmsy.2017.05.006>
- Thürer, M., Fernandes, N., Carmo, S. y Stevenson, M. (2018). Lot splitting under load-limiting order release in high-variety shops: An assessment by simulation. *Journal of Manufacturing Systems*, 48(2018), 63 – 72.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jmsy.2018.06.003>
- Torres, C. (2014). Orientaciones para implementar una gestión basada en procesos. *Ingeniería Industrial*, 35(2), 159–171.
- Trujillo, J. y Iglesias, W. (2012). Determinantes del crecimiento de las micro, pequeñas y medianas empresas colombianas: el caso del sector metalmecánico. *Universidad de Medellín.*
- Villasís, M. y Miranda, M. (2016) The research protocol IV: study variables. *Revista Alergia México*. 63(3):303-310
- Villavicencio, E., Cabrera, A., Ruiz, E. (2016) Validación de Cuestionarios. Contribución didáctica docente. *Revista OACTIVA* Universidad Católica de Cuenca. Vol. 1, No. 3, pp. 75-80.

## **ANEXOS**

	<b>GESTIÓN DE VENTAS</b>	<b>Código LCH 01</b>
	<b>ENCUESTA DE SATISFACCIÓN DEL CLIENTE</b>	Versión 01
Revisó Jefe de Producción Donny Chávez	Aprobó Gerencia General Luzgardo Chávez	Fecha de aprobación: Enero 15 de 2020

En LCH Graphic Equipment nos encontramos en continuo proceso de mejora, por lo tanto, es muy importante conocer su opinión sobre nuestros productos y calidad de servicio.

Por favor, califique los siguientes aspectos marcando con una X en la casilla que usted estime, de acuerdo con su apreciación y con la siguiente escala de calificación.

Respecto al aspecto evaluado usted se encuentra muy satisfecho.	4
Respecto al aspecto evaluado usted se encuentra satisfecho.	3
Respecto al aspecto evaluado usted se encuentra poco satisfecho.	2
Respecto al aspecto evaluado usted se encuentra insatisfecho.	1

Nombre del cliente: \_\_\_\_\_

Fecha:

--	--	--

N°	ASPECTO A EVALUAR	4	3	2	1
1	Información sobre el producto.				
2	Descuentos en productos.				
3	Facilidad de pago.				
4	Calidad del producto.				
5	Cumplimiento en el tiempo de entrega.				
6	Calidad de servicio.				
7	Envío del producto (transporte).				
8	Seguridad.				
9	Características del producto de acuerdo al contrato.				
10	Capacitación sobre uso del producto.				
11	Precio del producto acorde al mercado.				
12	Mantenimiento a productos.				

## Análisis de encuesta de satisfacción del cliente

La encuesta se realizó a un total de diez clientes, ellos puntuaron su nivel de satisfacción respecto a 12 aspectos evaluados los cuáles se muestran a continuación.

N	Aspectos a evaluar	C1				C2				C3				C4				C5				C6				C7				C8				C9				C10																		
		1	2	3	4	C1	1	2	3	4	C2	1	2	3	4	C3	1	2	3	4	C4	1	2	3	4	C5	1	2	3	4	C6	1	2	3	4	C7	1	2	3	4	C8	1	2	3	4	C9	1	2	3	4	C10					
P1	Información sobre el producto			X		3			X		3			X		3			X		3			X		3			X		3			X		3			X		2			X		3			X		3			X		3
P2	Descuentos en productos		X			2			X		3			X		2			X		2			X		2			X		2			X		2			X		2			X		2			X		2					
P3	Facilidad de Pago		X			2			X		2			X		4			X		2			X		2			X		3			X		4			X		2			X		2			X		2			X		3
P4	Calidad del producto			X		3			X		3			X		3			X		2			X		3			X		3			X		3			X		4			X		3			X		3					
P5	Cumplimiento en el tiempo de entrega	X				1			X		1			X		1			X		1			X		1			X		1			X		1			X		1			X		1			X		1					
P6	Calidad de servicio		X			2			X		2			X		2			X		2			X		2			X		2			X		2			X		2			X		3			X		2					
P7	Envío del producto (transporte)			X		3			X		3			X		3			X		2			X		3			X		3			X		3			X		3			X		3			X		3					
P8	Seguridad			X		3			X		3			X		3			X		3			X		3			X		3			X		3			X		2			X		2			X		3					
P9	Características del producto de acuerdo al contrato			X		3			X		3			X		3			X		3			X		3			X		3			X		3			X		3			X		3			X		3					
P10	Capacitación sobre uso del producto			X		3			X		2			X		3			X		3			X		4			X		4			X		3			X		4			X		4			X		4					
P11	Precio del producto acorde al mercado		X			2			X		2			X		3			X		2			X		2			X		3			X		2			X		2			X		2			X		3					
P12	Mantenimiento a productos			X		3			X		3			X		2			X		3			X		3			X		2			X		2			X		3			X		3			X		2					

Tabla 34: Resultados de encuesta de satisfacción (C=cliente, P=Pregunta)

En la tabla 34 se visualizan los puntajes que 10 clientes han colocado respecto a 12 aspectos de la organización, el “cumplimiento en el tiempo de entrega” es el aspecto que menor puntaje ha tenido, ya que los 10 clientes han colocado el puntaje menor, lo cual lo califica como “insatisfechos”. A continuación, se muestra un gráfico lineal que permite visibilizar la tendencia de las respuestas de los clientes.

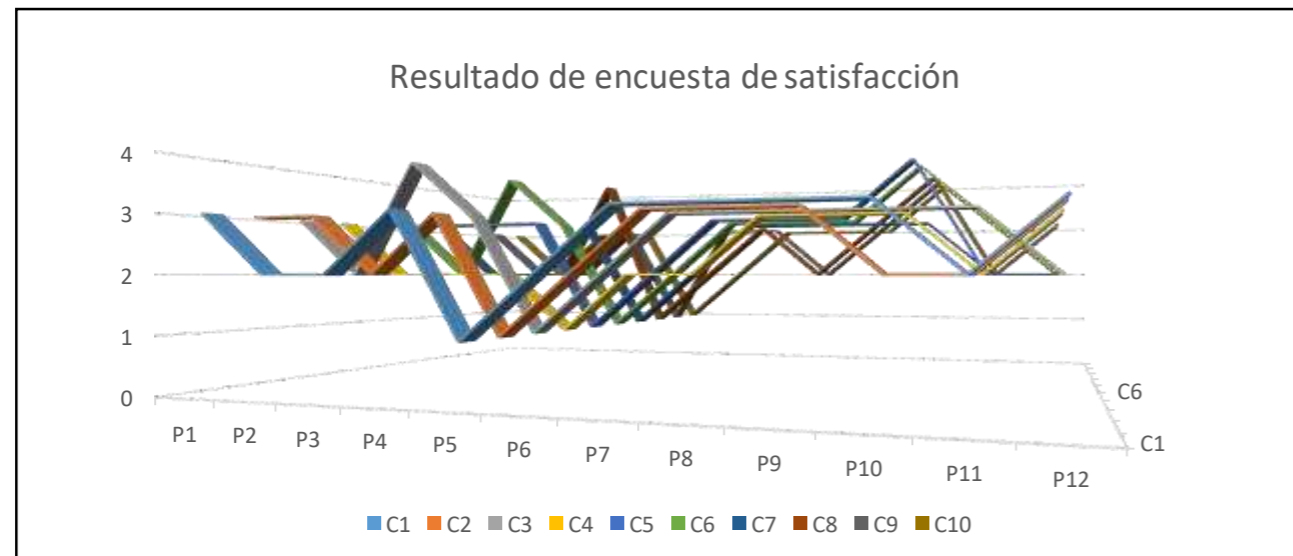


Figura 66: Resultado de encuesta de satisfacción

En el gráfico lineal se puede observar que la pregunta 5 es la que menor puntaje ha obtenido, generando una gran diferencia frente a otros aspectos evaluados. Por ello, se determinó como un problema el tiempo de entrega del producto final.

TÍTULO	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA	TÉCNICAS, INSTRUMENTOS
Aplicación de QRM para reducir el tiempo de entrega del proceso de fabricación de una máquina plastificadora en una empresa metalmeccánica	<p><b>PROBLEMA GENERAL</b></p> <p>¿La aplicación de Quick Response Manufacturing reducirá el tiempo de entrega en el proceso de fabricación de una máquina plastificadora en una empresa metalmeccánica?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL</b></p> <p>Aplicar Quick Response Manufacturing para reducir el tiempo de entrega en el proceso de fabricación de una máquina plastificadora en una empresa metalmeccánica.</p>	<p><b>HIPÓTESIS GENERAL</b></p> <p>La aplicación del Quick Response Manufacturing reduce el tiempo de entrega en el proceso de fabricación de una máquina plastificadora en una empresa metalmeccánica</p>	<p>Variable dependiente (V2)</p> <p>Tiempo de entrega</p>	<p>Tipo de investigación: Tipo de investigación aplicada</p>	<p>Técnicas: Genchi Genbutsu Juicio de expertos Observación Entrevista</p> <p>Instrumentos: Hoja de análisis Hoja de datos Cuestionario Diagrama de Hilos Diagrama Causa-Efecto Diagrama de Pareto</p>
	<p><b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuál es la metodología solución idónea para abordar un problema de producción de alta mezcla y bajo volumen (máquinas plastificadoras)?</li> <li>• ¿Cuáles son las causas raíz que incrementan el tiempo de entrega en el proceso de fabricación de una máquina plastificadora?</li> <li>• ¿De qué manera se ejecutará la aplicación del QRM abordando las causas raíz críticas que incrementan el tiempo de entrega en el proceso de fabricación de una máquina plastificadora?</li> <li>• ¿Cuál es el impacto de la mejora ejecutada (aplicación del QRM) en el proceso de fabricación de una máquina plastificadora?</li> <li>• ¿Cuál es el impacto económico - financiero de la aplicación de QRM?</li> </ul>	<p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar la metodología solución idónea según condiciones de producción de las máquinas plastificadoras (alta mezcla y bajo volumen).</li> <li>• Realizar un diagnóstico para identificar las causas raíz que incrementan el tiempo de entrega en el proceso de fabricación de una máquina plastificadora.</li> <li>• Ejecutar la aplicación del QRM abordando las causas raíz críticas que incrementan el tiempo de entrega en el proceso de fabricación de una máquina plastificadora.</li> <li>• Analizar el impacto de la mejora ejecutada (aplicación del QRM) en el proceso de fabricación de una máquina plastificadora.</li> <li>• Evaluar el impacto económico - financiero de la aplicación de QRM.</li> </ul>	<p><b>HIPOTESIS ESPECIFICAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El Quick Response Manufacturing es la metodología idónea para abordar el problema de producción de alta mezcla y bajo volumen (máquinas plastificadoras).</li> <li>• La aplicación de las herramientas de diagnóstico como el MCT, SIPOC y Diagrama de hilos permite identificar las causas raíz que incrementan el tiempo de entrega en el proceso de fabricación de una máquina plastificadora.</li> <li>• La ejecución del QRM aborda las causas raíz críticas que incrementan el tiempo de entrega en el proceso de fabricación de una máquina plastificadora.</li> <li>• La aplicación del Quick Response Manufacturing tiene un impacto de mejora en el proceso de fabricación de una máquina plastificadora</li> <li>• La aplicación del Quick Response Manufacturing tiene un impacto económico-financiero en el proceso de fabricación de la máquina plastificadora.</li> </ul>	<p>Variable independiente (V1)</p> <p>Quick Response Manufacturing</p>	<p>Nivel de investigación: Nivel explicativo</p> <p>Diseño de investigación: Diseño experimental (Cuasi-Experimental)</p>	

ANEXO 3

Matriz de Operacionalización

Variables		Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
Variable Independiente	Quick Response Manufacturing	QRM es una metodología que involucra a toda la empresa para reducir los plazos de tiempo de entrega en todos los aspectos de las operaciones.	La aplicación de QRM se basa en el empleo de las siguientes herramientas: POLCA, Visual Board , POKA YOKE y 5 S.	Visual Board	% de avance del proceso de fabricación	Dato de porcentaje
				POLCA	$\% \text{Cumplimiento} = \frac{\text{tiempo de fabricación del proceso}}{\text{tiempo real del proceso}} * 100$	razón
				5 S	$\text{Tasa de cumplim.} = \frac{\text{Puntaje alcanzado}}{\text{Puntaje total}} \times 100\%$ <p><b>Calificación:</b>                      Excelente = 80% - 100%                      Muy bueno= 60% - 80%                      Bueno = 40% - 60%                      Regular= 20% - 40%                      Malo= 0% - 20%</p>	razón
				POKA YOKE	$\% \text{Errores} = \frac{\text{cantidad de errores}}{\text{N}^\circ \text{ de máquina}} * 100$	razón
Variable Dependiente	Tiempo de entrega	Tiempo de entrega se define como el tiempo desde que un cliente realiza un pedido hasta que el cliente lo recibe.	El tiempo de entrega se mide en tiempo calendario desde que el cliente realiza un pedido hasta que la primera parte de ese pedido es entregada.	Tiempo de ensamble eléctrico Tiempo de ensamble eléctrico y mecánico	Tiempo de entrega = Tiempo final – tiempo inicial	días

ANEXO 4

Diagrama de flujo

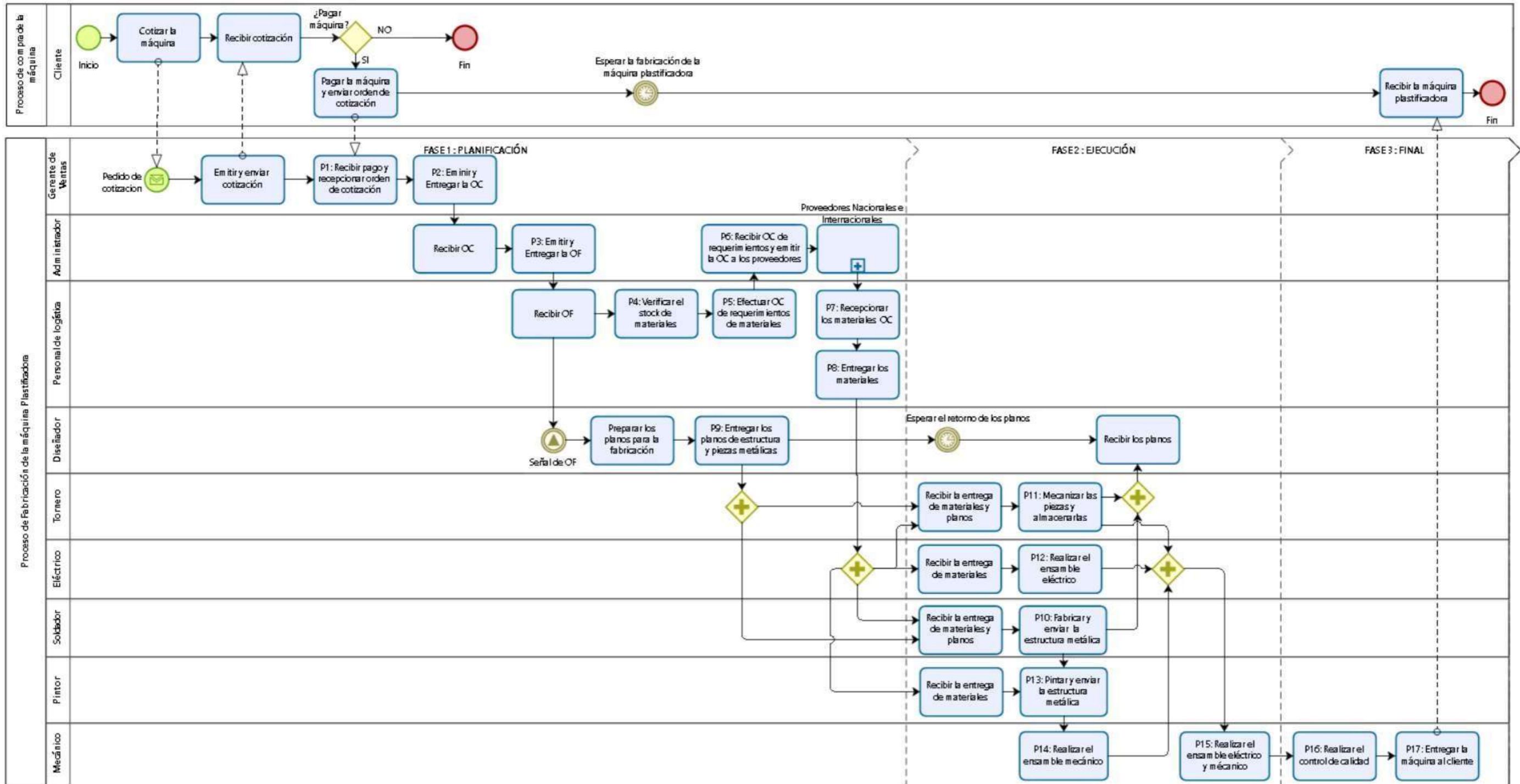
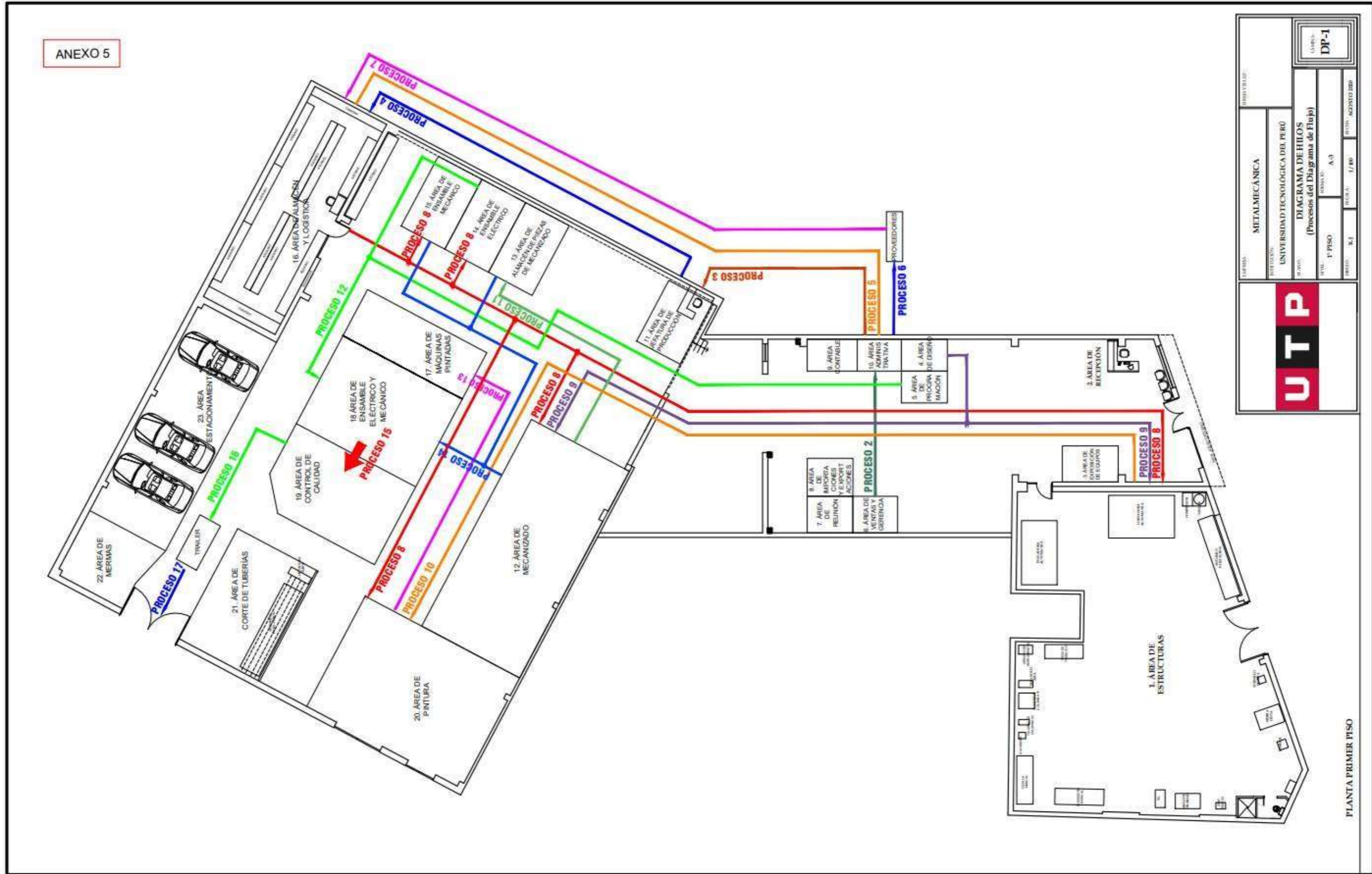


Diagrama de Hilos





Como instrumento de compilar información, se desarrolló y aplicó al cliente interno un cuestionario no estructurado de diez preguntas abiertas, que permitió que los sujetos evaluados respondan con sus propias palabras ya que no se ofrecieron alternativas fijas, de esta forma se obtuvo información más rica y amplia.

Por consiguiente, el cuestionario presenta una validez lógica, la cual estima de manera subjetiva si el cuestionario mide la variable que se desea medir, desde la perspectiva de los sujetos a ser evaluados. Este concepto llamado también como validez aparente, señala que la falta de validez aparente tampoco invalida al instrumento (Villavicencio et al., 2016).

El presente cuestionario será utilizado con fines de diagnóstico para dicho estudio, por ello su aporte al responder las preguntas, será de vital importancia y anónimo.

Su colaboración es totalmente voluntaria y no será obligatorio llenar el cuestionario si así no lo desea. Si decide participar en este estudio, por favor responda.

**Instrucciones:** Lea detenidamente y con atención las preguntas que a continuación se le presentan, tómese el tiempo que considere necesario y responda con letra legible.

**Área de Trabajo evaluadas:** Producción (estructura metálica, mecanizado, pintura, ensamble eléctrico y mecánico).

<b>CUESTIONARIO</b>	
<b>EDAD:</b> _____ <b>SEXO:</b> _____	
<b>PUESTO:</b> _____ <b>ÁREA:</b> _____	
<b>N°</b>	<b>Preguntas</b>
1	¿Cuáles son los problemas más recurrentes que tiene al laborar?
2	¿Recibiste algún tipo de capacitación al ingresar a laborar?
3	¿Conoce el funcionamiento de todas las máquinas?
4	¿Conoce las características específicas de los materiales que requiere para realizar sus funciones?
5	¿Cuándo se presenta un problema en tu área de trabajo, cuentas con apoyo de tu equipo?
6	¿En qué área del proceso considera que se pierde más tiempo?
7	¿Conoce la fase completa de fabricación de toda la máquina plastificadora?
8	¿Cuenta con los materiales de fabricación a tiempo para iniciar con sus funciones?
9	¿Consideras tu área de trabajo un espacio organizado?
10	¿Considera que trabaja en un espacio seguro?

ANEXO 7 VISUAL BOARD DE LA MÁQUINA PLASTIFICADORA							
1: VENTA	2: LOGÍSTICA			3: ESTRUCTURA METÁLICA	4: MECANIZADO		
	PRODUCTOS NACIONALES	PRODUCTOS INTERNACIONALES	TERCERIZACIÓN		TORNO CNC	CENTRO DE MECANIZADO	MÁQUINAS CONVENCIONALES
Fecha inicial: <input type="text"/>  1(P1)-Recibir pago y recepcionar orden de cotización Fecha de entrega: <input type="text"/>  2(P2)- Emitir y entregar la Orden de compra Fecha de entrega: <input type="text"/>  Fecha final: <input type="text"/> %: <input type="text"/>	Fecha inicial: <input type="text"/>  1- Componentes para el área de estructura metálica Fecha de requerimiento: <input type="text"/> 1° Rev. Fecha: <input type="text"/> %: <input type="text"/> 2° Rev. Fecha: <input type="text"/> %: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/>  2- Componentes para el área de mecanizado Fecha de requerimiento: <input type="text"/> 1° Rev. Fecha: <input type="text"/> %: <input type="text"/> 2° Rev. Fecha: <input type="text"/> %: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/>  3- Componentes para el área mecánica Fecha de requerimiento: <input type="text"/> 1° Rev. Fecha: <input type="text"/> %: <input type="text"/> 2° Rev. Fecha: <input type="text"/> %: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/>  4- Componentes para el área eléctrica Fecha de requerimiento: <input type="text"/> 1° Rev. Fecha: <input type="text"/> %: <input type="text"/> 2° Rev. Fecha: <input type="text"/> %: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/>  5- Componentes para el área de pintura Fecha de requerimiento: <input type="text"/> 1° Rev. Fecha: <input type="text"/> %: <input type="text"/> 2° Rev. Fecha: <input type="text"/> %: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/>  Fecha final: <input type="text"/> %: <input type="text"/>	Fecha inicial: <input type="text"/>  1- Componentes para el área mecánica Fecha de requerimiento: <input type="text"/> 1° Rev. Fecha: <input type="text"/> %: <input type="text"/> 2° Rev. Fecha: <input type="text"/> %: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/>  2- Componentes para el área eléctrica Fecha de requerimiento: <input type="text"/> 1° Rev. Fecha: <input type="text"/> %: <input type="text"/> 2° Rev. Fecha: <input type="text"/> %: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/>  Fecha final: <input type="text"/> %: <input type="text"/>	Fecha inicial: <input type="text"/>  1- Cromado de rodillo principal en cromo duro (1) Fecha de requerimiento: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/>  2- Cromado de rodillos decorativos (8) Fecha de requerimiento: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/>  3- Cromado de ejes decorativos (4) Fecha de requerimiento: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/>  4- Reencauchado con silicona del rodillo de entrada segmentada y rodillo pisador Fecha de requerimiento: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/>  5- Reencauchado con silicona del rodillo principal, para el plastificado Fecha de requerimiento: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/>  6- Reencauchado con silicona de las bobinas (5) Fecha de requerimiento: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/>  7- Cortado en plasma (6) Fecha de requerimiento: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/>  8- Compra de Faja (1) Fecha de requerimiento: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/>  9- Perforado de la plancha de la mesa de salida Fecha de requerimiento: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/>  (P4)- Verificar el stock de materiales (P5)- Ejecutar la OC de requerimientos de materiales (P7)- Reopconar los materiales de los proveedores (P8)- Entregar los materiales Fecha final: <input type="text"/> %: <input type="text"/>	Fecha inicial: <input type="text"/>  3.1 Cortado y soldado del cuerpo de la máquina: 1- Soldar las paredes laterales Fecha de inicio: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/>  2- Soldar las carteras de entrada Fecha de inicio: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/>  3- Doblar y soldar las carteras de salida Fecha de inicio: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/>  4- Soldar las paredes y patinas laterales Fecha de inicio: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/>  5- Soldar los canales en C Fecha de inicio: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/>  6- Soldar los tubos de soporte entre las paredes laterales y los canales en C Fecha de inicio: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/>  7- Soldar las cartelas de entrada a las paredes laterales Fecha de inicio: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/>  8- Empemar las cartelas de salida a las paredes laterales Fecha de inicio: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/>  3.2 Cortado y soldado de los componentes parte delastara: 9- Taladrar, doblar, soldar y fijar la base del soptador Fecha de inicio: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/>  10- Taladrar, doblar, soldar y fijar la mesa de salida Fecha de inicio: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/>  11- Taladrar, doblar, soldar y fijar la bandeja de salida Fecha de inicio: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/>  12- Taladrar, doblar, soldar y fijar la caja del tablero de componentes eléctricos Fecha de inicio: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/>  (P10)- Fabricar y enviar la estructura metálica: Fecha final: <input type="text"/> %: <input type="text"/>	Fecha inicial: <input type="text"/>  4.1 Fabricación del Rodillo de cromo duro: 1- Tornear las puntas, los discos y el tubo para el rodillo de cromo duro Fecha de inicio: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/>  2- Ensambiar las puntas y discos del rodillo de cromo duro Fecha de inicio: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/>  3- Tornear el rodillo de cromo duro con las puntas y los discos Fecha de inicio: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/>  4- Tornear el rodillo de cromo duro con las puntas y los discos Fecha de inicio: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/>  5- Tornear la válvula de seguridad del rodillo de cromo duro Fecha de inicio: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/>  6- Tornear el tapón del rodillo de cromo duro Fecha de inicio: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/>  4.2 Fabricación de los Rodillos de cromo decorativos: 7- Tornear las puntas y el tubo para el rodillo de cromo decorativo (5) Fecha de inicio: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/>  8- Ensambiar las puntas y el tubo del rodillo de cromo decorativo (5) Fecha de inicio: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/>  9- Soldar el rodillo de cromo decorativo(5) con las puntas Fecha de inicio: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/>  10- Tornear el rodillo de cromo decorativo (5) con las puntas Fecha de inicio: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/>  4.3 Fabricación de Ejes de cromo decorativos: 11- Tornear el eje de cromo decorativo (8) Fecha de inicio: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/>  4.4 Fabricación del Rodillo de silicona principal: 12- Tornear las puntas, los discos y el tubo para el rodillo de silicona principal Fecha de inicio: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/>  13- Ensambiar las puntas y el tubo del rodillo de silicona principal Fecha de inicio: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/>  14- Soldar el rodillo de silicona principal con las puntas Fecha de inicio: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/>  15- Tornear el rodillo de silicona principal con las puntas Fecha de inicio: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/>  16- Tornear las puntas, los discos y el tubo para el rodillo de silicona de entrada segmentada Fecha de inicio: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/>  17- Ensambiar las puntas y el tubo del rodillo de silicona de entrada segmentada Fecha de inicio: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/>  18- Soldar el rodillo de silicona de entrada segmentada con las puntas Fecha de inicio: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/>  19- Tornear el rodillo de silicona de entrada segmentada con las puntas Fecha de inicio: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/>  4.5 Fabricación del Rodillo de silicona pisador: 20- Tornear las puntas, los discos y el tubo para el rodillo de silicona pisador. Fecha de inicio: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/>  21- Ensambiar las puntas y el tubo del rodillo de silicona pisador Fecha de inicio: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/>  22- Soldar el rodillo de silicona pisador con las puntas Fecha de inicio: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/>  23- Tornear el rodillo de silicona pisador con las puntas Fecha de inicio: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/>  4.7 Fabricación de Bobinas: 24- Tornear las bobinas del rodillo de cromo pisador (3) Fecha de inicio: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/>  25- Tornear las bobinas de tipo 02 (para colocar el carril del rodillo de silicona principal) Fecha de inicio: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/>  4.8 Fabricación del Sin fin y corona de sistema anticurling 26- Tornear el sin fin y corona del sistema anticurling Fecha de inicio: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/>  4.9 Fabricación de Brides: 27- Tornear las bridas (brida principal para rodillo de cromo02, brida de pared 06, brida para rodillo de corte 02) Fecha de inicio: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/>  4.10 Fabricación del Sistema de bobinas (para lana y freno): 28- Tornear piezas para los sistemas de bobina (06) Fecha de inicio: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/>  4.11 Fabricación de las bobinas de Nylon: 29- Tornear la bobina de nylon para faja (06) Fecha de inicio: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/>  30- Tornear la bobina de nylon para el sensor infrarrojo (02) Fecha de inicio: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/>  Fecha final: <input type="text"/> %: <input type="text"/>	Fecha inicial: <input type="text"/>  1- Perfilar y taladrar las paredes laterales Fecha de inicio: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/>  2- Perfilar y taladrar las carteras de entrada Fecha de inicio: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/>  3- Perfilar y taladrar las carteras de salida Fecha de inicio: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/>  4- Taladrar los agujeros de las bobinas Fecha de inicio: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/>  3 Refrentar patinas y canales sin C: 5- Refrentar y taladrar las patinas Fecha de inicio: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/>  6- Refrentar los canales en C Fecha de inicio: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/>  4 Refrentar los tubos para la bandeja de salida: 7- Refrentar los tubos (3) para la bandeja de salida Fecha de inicio: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/>  5 Taladrar la base de los pistones y bobinas mecanizadas: 8- Taladrar y dar forma a la base de los pistones (4) Fecha de inicio: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/>  9- Taladrar los agujeros en las bobinas reencauchadas de silicona (5) Fecha de inicio: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/>  Fecha final: <input type="text"/> %: <input type="text"/>	TORNO CONVENCIONAL 1- Tornear los rodillos de silicona superficial Fecha de inicio: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/> %: <input type="text"/>  FRESADORA CONVENCIONAL 1- Mecanizar los dientes del pisador Fecha de inicio: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/> %: <input type="text"/>  MORTAJADORA 1- Mecanizar el canal chavetero de los rodillos : pisador salida de faja, corte, de cromo duro principal, silicona de entrada, segmentada Fecha de inicio: <input type="text"/> Fecha de entrega: <input type="text"/> %: <input type="text"/>  (P11)- Mecanizar las piezas y almacenarlas.

EMPRESA: METALMECÁNICA		FIRMA Y SELLO:	
INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL PERÚ			
CLIENTE:	VOLTAJE DE LA MÁQUINA:	LÁMINA:	
PAIS DE DESTINO:	REVISADO POR:	<b>VB-1</b>	
FECHA DE ORDEN DE COMPRA:	FECHA DE ENTREGA DE LA MÁQUINA:		

VISUAL BOARD 2

VISUAL BOARD DE LA MÁQUINA PLASTIFICADORA

ANEXO 7

5: PINTURA	6: ENSAMBLE ELÉCTRICO	7: ENSAMBLE MECÁNICO	8: ENSAMBLE ELÉCTRICO Y MECÁNICO				9: CONTROL DE CALIDAD	10: DESPACHO
<p>Fecha inicial:</p> <p>5.1 Limpieza de las partes de la máquina.</p> <p>1- Limpieza inicial de la máquina</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>2- Lijar los residuos de soldadura</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>3- Lavar con ácido usando trapo y fregar toda la máquina</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>4- Secar con trapo seco</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>5- Masillar las superficies con grietas</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>6- Pulir con disco</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>7- Limpiar con trapo</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>5.2 Pintado de las partes de la máquina</p> <p>8- Calentar con gas</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>9- Pintar usando pintura en polvo</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>10- Introducir al horno por tres horas a 300°C</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>11- Retirar la máquina del horno y llevarlo al área de estructura pintada</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>(P13)- Pintar y enviar la estructura metálica</p> <p>Fecha final: <input type="text"/></p> <p>%: <input type="text"/></p>	<p>Fecha inicial:</p> <p>6.1 Prueba de componentes:</p> <p>1- Realizar la prueba de los componentes eléctricos: contactores, reles, PLC, HMI, sensores, pulsadores, interruptor, etc.</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>6.2 Armado de Tableros eléctricos:</p> <p>2- Armar, cablear e instalar el tablero eléctrico</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>3- Pegar la mascarilla al tablero de mando</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>4- Instalar componentes y cablear el tablero de mando</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>(P12)- Realizar el ensamble eléctrico</p> <p>Fecha final: <input type="text"/></p> <p>%: <input type="text"/></p>	<p>Fecha inicial:</p> <p>7.1 Prueba de Componentes:</p> <p>1- Realizar la prueba de los componentes mecánicos:</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>7.2 Instalación de partes iniciales:</p> <p>1- Reparar macho toda la máquina</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>2- Instalar los guías de cadena (4)</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>3- Instalar la bocina de tope para colocar el rodillo de silicona principal (1)</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>4- Colocar el carril del rodillo de silicona naranja principal (1)</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>5- Colocar el sistema de brazo de presión (2)</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>(P14)- Realizar el ensamble mecánico</p> <p>Fecha final: <input type="text"/></p> <p>%: <input type="text"/></p>	<p>Fecha inicial:</p> <p>ENSAMBLE ELÉCTRICO</p> <p>8.1 Armado de las Conexiones sistemas:</p> <p>1- Cablear la resistencia y cables del tablero de mando al tablero de control.</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>2- Cablear el ventilador de la resistencia</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>3- Soldar, fijar el portacarbon</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>4- Instalar y cablear el sensor infrarrojo</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>5- Instalar y cablear el sensor de fibra</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>6- Cablear el motor</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>7- Instalar y cablear el encoder</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>8- Cablear el blower</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>9- Instalar y cablear los pulsadores laterales</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>10- Cablear la alimentación general de la máquina y programar el plc y hmi</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>ENSAMBLE MECÁNICO</p> <p>8.2 Instalación Rodillos de salida y faja:</p> <p>11- Colocar el rodillo de silicona de entrada segmentada (1)</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>12- Colocar el rodillo de cromo superficial (decorativo) pisador (1)</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>13- Colocar el rodillo de silicona pisador(1)</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>8.3 Instalación del Sistema anticurvung y del Sistema de Bobinas:</p> <p>14- Colocar el rodillo de cromo decorativo templador para la entrada de faja (1)</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>15- Colocar la faja (1)</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>16- Colocar el rodillo de cromo decorativo templador para la salida de faja (1)</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>17- Colocar el rodillo de cromo decorativo de corte (1) y colocar las bocinas reencachadas (5)</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>18- Colocar el Sin fin y corona del sistema anticurvung (1)</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>19- Colocar las bridas de pared (6) para los sistemas de bobina</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>20- Colocar las bocinas (6) para los sistemas de bobina</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>21- Colocar el sistema de bobina con lana (2)</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>22- Colocar el sistema de bobina con freno (2)</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>23- Colocar el sistema de bobina de arrastre (1) y al otro extremo va perilla</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>24- Colocar la brida principal, para colocar el rodillo de cromo duro principal</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>25- Colocar el rodillo de cromo duro principal</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>26- Limpiar internamente con hualpe el rodillo de cromo principal</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>8.4 Instalación de la Mesa de salida:</p> <p>27- Colocar la resistencia</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>28- Instalar la válvula de seguridad en el rodillo de cromo</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>29- Llenar de aceite al rodillo de cromo</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>30- Colocar el tapón en el rodillo de cromo</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>31- Colocar el sistema para el porta carbon</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>32- Soldar y fijar los carbones (3)</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>8.5 Instalación de los Pistones neumáticos:</p> <p>33- Colocar las bases para los pistones neumáticos (4)</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>34- Colocar los pistones neumáticos 50x25 (2)</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>35- Colocar los pistones neumáticos 63x100 (2)</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>36- Colocar la palanca para los pistones neumáticos 50x25 (2) palanca para el rodillo de silicona pisador y rodillo de cromo pisador</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>8.6 Instalación de la Mesa de salida:</p> <p>37- Soldar y colocar los ventiladores para la mesa de salida (3)</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>38- Instalar las bases (2) para las bocinas de nylon(3) para la faja</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>39- Instalar las bocinas de nylon (3) para la faja</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>8.7 Instalación del Sistema de Salida del material y Transmisión:</p> <p>40- Instalar las la mesa de salida</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>41- Sujetar la faja</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>42- Colocar el eje de cromo decorativo templador de salida</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>43- Colocar los cubos portaflejes (3)</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>44- Colocar los cubos portaflejes (2)</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>45- Colocar el sistema del blower</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>46- Colocar el eje de cromo decorativo templador de salida de material</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>47- Colocar la bandeja de salida</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>48- Colocar el reductor y motor</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>8.8 Instalación del Sistema de Entrada de material:</p> <p>49- Colocar la bandeja de entrada</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>50- Colocar el eje de cromo decorativo de apoyo para los sacaplejos</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>51- Instalar el sistema de los sacaplejos de entrada</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>52- Instalar el eje de cromo superficial de entrada</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>53- Colocar los cubos portaflejes (3)</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>8.9 Instalación del Sistema Neumático:</p> <p>54- Colocar los cubos portaflejes (4)</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>55- Instalar el sistema cuchilla y picador (colocar el rodillo de cromo superficial de cuchilla y picador)</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>56- Colocar los rodillos de cromo superficial templador de entrada de bobina (3)</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>57- Instalar el manómetro y regulador de presión del sistema de plastificado</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>58- Instalar el manómetro y regulador de presión del sistema del pisador</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>59- Instalar la unidad de mantenimiento</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>60- Instalar las mangueras neumáticas de 8 y 10 mm</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>61- Colocar la base de los rodillos neumáticos (6)</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>62- Colocar los rodillos neumáticos (3)</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>8.10 Instalación de Piezas finales:</p> <p>63- Colocar las perlas</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>64- Colocar las tapas y poner stickers</p> <p>Fecha de inicio: <input type="text"/></p> <p>Fecha de entrega: <input type="text"/></p> <p>(P15)- Realizar el ensamble eléctrico y mecánico</p> <p>Fecha final: <input type="text"/></p> <p>%: <input type="text"/></p>	<p>Fecha inicial:</p> <p>1- Realizar el check list de control de calidad de tercerización:</p> <p>Prueba 1 Fecha: <input type="text"/></p> <p>Responsable: <input type="text"/></p> <p>Prueba 2 Fecha: <input type="text"/></p> <p>Responsable: <input type="text"/></p> <p>2- Realizar el check list de control de calidad del ensamble eléctrico</p> <p>Prueba 1 Fecha: <input type="text"/></p> <p>Responsable: <input type="text"/></p> <p>Prueba 2 Fecha: <input type="text"/></p> <p>Responsable: <input type="text"/></p> <p>3- Realizar el check list de control de calidad del ensamble mecánico</p> <p>Prueba 1 Fecha: <input type="text"/></p> <p>Responsable: <input type="text"/></p> <p>Prueba 2 Fecha: <input type="text"/></p> <p>Responsable: <input type="text"/></p> <p>(P16)- Realizar el control de calidad</p> <p>Fecha final: <input type="text"/></p> <p>%: <input type="text"/></p>	<p>1. Entregar la máquina</p> <p>Fecha de orden de fabricación: <input type="text"/></p> <p>Fecha de orden de entrega de máquina: <input type="text"/></p> <p>(P17)- Entregar la máquina al cliente.</p>			

	EMPRESA : METALMECÁNICA	FIRMA Y SELLO :
	INSTITUCIÓN : UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL PERÚ	
	CLIENTE :	VOLTAJE DE LA MÁQUINA :
	PAÍS DE DESTINO :	REVISADO POR :
FECHA DE ORDEN DE COMPRA :	FECHA DE ENTREGA DE LA MÁQUINA :	LÁMINA : VB-2

## **EVALUACIÓN DEL SISTEMA POLCA**

### **Apellidos y Nombres:**

#### **1: ¿Cuál es la definición de POLCA?**

- a) (Paired-cell Overlapping Loops of Cards with Authorization = Bucles de tarjetas superpuestas de celdas emparejadas con autorización)
- b) Quick Response Manufacturing
- c) WIP = Work In Process

#### **2: ¿Qué es un Bucle POLCA?**

- a) Es la unión mental de dos celdas
- b) Es la unión mental de tres celdas
- c) no existen celdas

#### **3: ¿Qué entiende por Cadena POLCA?**

- a) Es el enrutamiento del trabajo y su punto de partida es en la CELDA DE PLANIFICACION
- b) Es el enrutamiento del trabajo y su punto de partida es en la CELDA DE MECANIZDO
- c) Es el enrutamiento del trabajo y su punto de partida es en la CELDA DE PINTURA

#### **4: ¿Qué entiende por tablero POLCA?**

- a) Es un tablero que se coloca al lado de la celda y se colocan todas las tarjetas POLCA disponibles para esta celda
- b) Es un buzón de sugerencias.
- c) Es un punto de reunión.

**5: ¿Qué entiende por Lista de Autorizaciones?**

- a) Es una lista que tiene cada celda el cual que contiene todos los trabajos que pueden realizarse en la celda
- b) Es una lista de mantenimientos de las máquinas
- c) Es una lista de pedidos urgentes.

**6: ¿Qué entiende por Celda de Planificación PL?**

- a) Planifica y libera los trabajos en la empresa
- b) Esta celda se encuentra aislada de POLCA
- c) Esta celda se encuentra aislada de QRM

**7: ¿Cuántos tipos de tarjetas POLCA existen y cuáles son?**

- a) 4: Tarjeta POLCA, Tarjeta de Seguridad, Tarjeta Bala y Tarjeta Ciclo
- b) 3: Tarjeta POLCA, Tarjeta de Seguridad y Tarjeta Bala
- c) 2: Tarjeta POLCA y Tarjeta de Seguridad

**8: ¿Qué entiende por TIEMPO DE DECISIÓN?**

- a) Es una regla importante de POLCA, donde el operador de cada celda debe aplicar la regla antes de realizar un trabajo, se basa en 3 preguntas
- b) No es una regla de POLCA
- c) No es importante el TIEMPO DE DEISIÓN

**9: ¿Cuántas fases tiene la implementación POLCA?**

- a) 4
- b) 3
- c) 2

**10: Tiene alguna recomendación o mejora para el sistema POLCA, cualquiera fuere su respuesta sustente.**

---

---

---

---

## ESTABLECIMIENTO DE INDICADORES

### 1. Identificar el objetivo del proceso:

El primer paso es identificar el objetivo del proceso, el cual es: Fabricación de la máquina plastificadora

### 2. Identificar el tipo de información y qué se necesita medir:

El segundo paso nos va a permitir conocer que estamos analizando y como se puede obtener información para su posterior análisis. Para este proceso se han identificado 6 tipos de información, los cuales son:

- Tiempo de fabricación de la Estructura metálica: ¿Cuánto tiempo se demora la Estructura Metálica?
- Tiempo de fabricación de Mecanizado: ¿Cuánto tiempo se demora Mecanizado?
- Tiempo de Pintura: ¿Cuánto tiempo se demora Pintura?
- Tiempo del Ensamble Eléctrico: ¿Cuánto tiempo se demora el Ensamble Eléctrico?
- Tiempo del Ensamble Mecánico: ¿Cuánto tiempo se demora el Ensamble Mecánico?
- Tiempo del Ensamble Eléctrico y Mecánico: ¿Cuánto tiempo se demora el Ensamble Eléctrico y Mecánico?

### 3. Determinar y formular los indicadores:

El tercer paso nos va a permitir conocer el indicador y como se puede calcular mediante una formula. Como se presenta 5 indicadores entonces se tiene 5 fórmulas para analizar.



INDICADOR	CÁLCULO
% de cumplimiento del Tiempo de fabricación de la Estructura metálica	$(\text{Tiempo de fabricación de la Estructura metálica según Visual Board} / \text{Tiempo real de fabricación de la Estructura metálica}) * 100 \%$
% de cumplimiento del Tiempo en la fabricación de Mecanizado	$(\text{Tiempo de fabricación de Mecanizado según Visual Board} / \text{Tiempo real de fabricación de Mecanizado}) * 100 \%$
% de cumplimiento del Tiempo de Pintura.	$(\text{Tiempo de Pintura según Visual Board} / \text{Tiempo real de Pintura}) * 100 \%$
% de cumplimiento del Tiempo del Ensamble Eléctrico	$(\text{Tiempo del Ensamble Eléctrico según Visual Board} / \text{Tiempo real del Ensamble Eléctrico}) * 100 \%$
% de cumplimiento del Tiempo del Ensamble Mecánico	$(\text{Tiempo del Ensamble Mecánico según Visual Board} / \text{Tiempo real del Ensamble Mecánico}) * 100 \%$
% de cumplimiento del Tiempo del Ensamble Eléctrico y Mecánico	$(\text{Tiempo del Ensamble Eléctrico y Mecánico según Visual Board} / \text{Tiempo real del Ensamble Eléctrico y Mecánico}) * 100 \%$

#### 4. Establecer las metas:

El cuarto paso nos permite establecer cuáles son las metas para cada indicador.

INDICADOR	META
% de cumplimiento del Tiempo de fabricación de la Estructura metálica	8 días
% de cumplimiento del Tiempo en la fabricación de Mecanizado	7 días
% de cumplimiento del Tiempo de Pintura	4 días
% de cumplimiento del Tiempo del Ensamble Eléctrico	2 días
% de cumplimiento del Tiempo del Ensamble Mecánico	4 días
% de cumplimiento del Tiempo del Ensamble Eléctrico y Mecánico	4 días

## 5. Documentar el indicador

El Quinto paso nos permite documentar los 5 indicadores, para su aplicación y análisis en el sistema POLCA.

FICHA DE INDICADOR 1		DESCRIPCIÓN
<b>NOMBRE DEL INDICADOR</b>		% de cumplimiento del Tiempo de fabricación de la Estructura metálica
<b>RESPONSABLE DEL INDICADOR</b>		Jefe de Producción
<b>OBJETIVO DEL INDICADOR</b>		Determinar el Tiempo en la fabricación de Mecanizado
<b>FORMA DE CÁLCULO</b>		(Tiempo de fabricación de la Estructura metálica según Visual Board /Tiempo real de fabricación de la Estructura metálica ) *100 %
<b>META PLANTEADA</b>		8 días
<b>FUENTES DE INFORMACIÓN</b>		Informes de Calidad
<b>SEGUIMIENTO Y PRESENTACIÓN</b>		Semanal - Grafico de barras
<b>SEMAFORIZACIÓN</b>		
Indicador : % de cumplimiento del Tiempo de fabricación de la Estructura metálica		
<b>COLOR</b>	<b>RANGO</b>	
<b>ROJO</b>	13 - 20 días	
<b>AMARILLO</b>	9 - 12 días	
<b>VERDE</b>	7 - 8 días	

FICHA DE INDICADOR 2		DESCRIPCIÓN
NOMBRE DEL INDICADOR	% de cumplimiento del Tiempo en la fabricación de Mecanizado	
RESPONSABLE DEL INDICADOR	Jefe de Producción	
OBJETIVO DEL INDICADOR	Determinar el Tiempo de fabricación de Mecanizado	
FORMA DE CÁLCULO	(Tiempo de fabricación de Mecanizado según Visual Board /Tiempo real de fabricación de Mecanizado) *100 %	
META PLANTEADA	7 días	
FUENTES DE INFORMACIÓN	Informes de Calidad	
SEGUIMIENTO Y PRESENTACIÓN	Semanal - Grafico de barras	
<b>SEMAFORIZACIÓN</b>		
Indicador : % de cumplimiento del Tiempo en la fabricación de Mecanizado		
<b>COLOR</b>	<b>RANGO</b>	
<b>ROJO</b>	12 - 18 días	
<b>AMARILLO</b>	8 - 11 días	
<b>VERDE</b>	6- 7 días	

FICHA DE INDICADOR 3		DESCRIPCIÓN
NOMBRE DEL INDICADOR	% de cumplimiento del Tiempo de Pintura	
RESPONSABLE DEL INDICADOR	Jefe de Producción	
OBJETIVO DEL INDICADOR	Determinar el Tiempo de Pintura	
FORMA DE CÁLCULO	(Tiempo de Pintura según Visual Board /Tiempo real de Pintura) *100 %	
META PLANTEADA	4 días	
FUENTES DE INFORMACIÓN	Informes de Calidad	
SEGUIMIENTO Y PRESENTACIÓN	Semanal - Grafico de barras	
<b>SEMAFORIZACIÓN</b>		
Indicador : Tiempo de Pintura		
<b>COLOR</b>	<b>RANGO</b>	
<b>ROJO</b>	8 - 10 días	
<b>AMARILLO</b>	5 - 7 días	
<b>VERDE</b>	3 - 4 días	

FICHA DE INDICADOR 4		DESCRIPCIÓN
NOMBRE DEL INDICADOR	% de cumplimiento del Tiempo del Ensamble Eléctrico	
RESPONSABLE DEL INDICADOR	Jefe de Producción	
OBJETIVO DEL INDICADOR	Determinar el Tiempo del Ensamble Eléctrico	
FORMA DE CÁLCULO	(Tiempo del Ensamble Eléctrico según Visual Board /Tiempo real del Ensamble Eléctrico) *100 %	
META PLANTEADA	2 días	
FUENTES DE INFORMACIÓN	Informes de Calidad	
SEGUIMIENTO Y PRESENTACIÓN	Semanal - Grafico de barras	
<b>SEMAFORIZACIÓN</b>		
Indicador : % de cumplimiento del Tiempo del Ensamble Eléctrico		
<b>COLOR</b>	<b>RANGO</b>	
<b>ROJO</b>	6 - 9 días	
<b>AMARILLO</b>	3 - 5 días	
<b>VERDE</b>	1 - 2 días	

FICHA DE INDICADOR 5		DESCRIPCIÓN
NOMBRE DEL INDICADOR	% de cumplimiento del Tiempo del Ensamble Mecánico	
RESPONSABLE DEL INDICADOR	Jefe de Producción	
OBJETIVO DEL INDICADOR	Determinar el Tiempo del Ensamble Mecánico	
FORMA DE CÁLCULO	(Tiempo del Ensamble Mecánico según Visual Board /Tiempo real del Ensamble Mecánico) *100 %	
META PLANTEADA	4 días	
FUENTES DE INFORMACIÓN	Informes de Calidad	
SEGUIMIENTO Y PRESENTACIÓN	Semanal - Grafico de barras	
<b>SEMAFORIZACIÓN</b>		
Indicador : % de cumplimiento del Tiempo del Ensamble Mecánico		
<b>COLOR</b>	<b>RANGO</b>	
<b>ROJO</b>	8 - 12 días	
<b>AMARILLO</b>	5 - 7 días	
<b>VERDE</b>	3 - 4 días	

FICHA DE INDICADOR 6		DESCRIPCIÓN
<b>NOMBRE DEL INDICADOR</b>	% de cumplimiento del Tiempo del Ensamble Eléctrico y Mecánico	
<b>RESPONSABLE DEL INDICADOR</b>	Jefe de Producción	
<b>OBJETIVO DEL INDICADOR</b>	Determinar el Tiempo del Ensamble Eléctrico y Mecánico	
<b>FORMA DE CÁLCULO</b>	(Tiempo del Ensamble Eléctrico y Mecánico según Visual Board /Tiempo real del Ensamble Eléctrico y Mecánico) *100 %	
<b>META PLANTEADA</b>	4 días	
<b>FUENTES DE INFORMACIÓN</b>	Informes de Calidad	
<b>SEGUIMIENTO Y PRESENTACIÓN</b>	Semanal - Grafico de barras	
<b>SEMAFORIZACIÓN</b>		
Indicador : % de cumplimiento del Tiempo del Ensamble Eléctrico y Mecánico		
<b>COLOR</b>	<b>RANGO</b>	
<b>ROJO</b>	8 - 12 días	
<b>AMARILLO</b>	5 - 7 días	
<b>VERDE</b>	3 - 4 días	



*TITULO DEL PROYECTO:*

**CURSOS LIBRES  
EXTRAORDINARIOS**

*PRESENTADO POR:*

**CONSULTORA ROCA**

De:

**JORGE LUIS ROCA BECERRA**

INGENIERO INDUSTRIAL – CIP 88975

Asesor-Consultor- Expositor

RUC 10081143965

Fecha de presentación : 10 NOVIEMBRE 2020



## CARTA DE PRESENTACION

Estimado CLIENTE:

# LCH Graphic Equipment S.A.C

RUC 20602929273

Contacto: Jenner Saavedra

Nuestra empresa cuenta con un equipo de profesionales capacitados para realizar Asesoría, Consultoría, Capacitaciones Personalizadas e Implementaciones de Sistemas de Gestión Empresarial listos para satisfacer las necesidades y requerimientos de nuestros clientes de todo Sector (Industrial, Comercial, Servicios, Sector Público en general y afines); garantizando altos niveles de calidad y confiabilidad en el otorgamiento de nuestros servicios, en las áreas y especialidades que describimos a continuación:

### SEGURIDAD, SALUD OCUPACIONAL y GESTION DEL RIESGO (ISO 31000)

- Gestión de la Seguridad y Salud en el trabajo en base a la Ley (OHSAS 18001-ISO 45001).
- Sistemas de protección y respuestas de emergencias.
- Elaboración del IPERC, Mapa de Riesgos, Riesgos Psicosociales.
- Diseño e Implementación de un Comité de Seguridad
- Sistema de Gestión de la Continuidad del Negocio (SGCN) - (ISO 22301)
- Implementación de un Sistema de Gestión en Seguridad de la Información (ISO 27001)
- Gestión Antisoborno (ISO 37001)

### GESTIÓN AMBIENTAL, HIGIENE Y SANEAMIENTO AMBIENTAL

- Análisis e interpretación de la norma ISO 14001 y su aplicación en el medio ambiente, en la empresa y su entorno.
- Gestión Integral de Manejo de Residuos (Ley de RR-SS).
- Gestión de Logística Inversa y su aplicación exitosa en la empresa.

- Buenas Prácticas de Gestión de Valores Máximos Admisibles (VMA) antes de la descarga de AGUAS RESIDUALES de usuarios No domésticos (empresas comerciales e industriales) a colectores públicos (red de alcantarillado) y evitar multas y/o cierre de servicio.
- Gestión de Buenas Prácticas de Sanitización e Higiene. (POES) y Gestión de Saneamiento.
- Estudio técnico de mermas y desperdicios según Ley del Impuesto a la Renta.

#### SUPPLY CHAIN MANAGEMENT - OPERACIONES Y ADMINISTRACIÓN LOGÍSTICA

- Supply Chain Management (Gestión de la Cadena de Suministro).
- Gestión de Compras y Abastecimiento de Bienes y Servicios.
- Gestión de Almacén y Centros de Distribución
- Gestión de Inventarios y Toma de Inventarios
- Gestión de Transportes y Distribución Física
- Gestión de Costos Logísticos y Reducción de Costos en la empresa.
- Buenas Prácticas de Almacenamiento – Digemid
- Buenas Prácticas de Transporte y Distribución.
- Indicadores Logísticos (KPIs).
- BPM (Buenas Prácticas de Manufactura) y POES (Procedimientos Operacionales Estandarizados de Sanitización), HACCP y Seguridad Alimentaria (ISO 22000).

#### GESTIÓN ESTRATÉGICA Y GESTIÓN DE LA CALIDAD

- Cadena de Frío y sus aplicaciones.
- Gestión de Procesos (BPM), Mapa de Procesos y BSC (Balanced Scorecard).
- Análisis e interpretación del Sistema de Gestión de Calidad ISO 9001:2015
- Control Estadístico de Procesos y sus herramientas básicas (CEP).
- Diseño e implementación de un Manual de calidad para proveedores (MCP).
- Auditoria de un Sistema de Gestión Empresarial en base a la ISO 19011.
- Diseño e implementación de un Manual de Perfil y Funciones (MOF)
- Diseño en implementación de un Manual de Procedimientos, Instructivos y Directivas.
- Implementación de Buenas prácticas en Laboratorios (ISO 17025).





## GESTION COMERCIAL y DE MARKETING

- Gestión Comercial
- Marketing Mix y su aplicación
- Diseño de un Plan de Marketing Relacional
- CRM y su aplicación, Servicio al Cliente. Marketing Masivo. Canales de distribución.

## CURSOS LIBRES:

- Elaboración del Plan de Contingencia para continuidad de negocios.
- Elaboración del Plan de contingencia para mercancías peligrosas.
- SBC Seguridad Basada en el Comportamiento.
- Responsabilidad Social Empresarial ISO 26000, Universitaria (RSE y RSU) y su aplicación.
- BPMG (Buenas Prácticas de Manufactura y Gestión).

En vista de los nuevos retos para las empresas, también hemos incorporado nuevos temas tales como: coaching, liderazgo, desafíos motivacionales, trabajo en equipo, entre otros.

## CURRICULUM VITAE

### CV



#### **ROCA BECERRA, JORGE LUIS**

Expositor Especialista

INGENIERO INDUSTRIAL COLEGIADO CIP 88975

EGRESADO MAESTRIA EN GESTION DE OPERACIONES Y SERVICIOS LOGISTICOS Y

REALIZANDO DOCTORADO EN GESTION DE EMPRESAS UNMSM

Whatsapp Directo 994174837

[jrocabecerra@gmail.com](mailto:jrocabecerra@gmail.com)

RUC 10081143965

## RESUMEN:

Actualmente realiza Doctorado en Gestión de Empresas en la Unidad de Posgrado en la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Tiene estudios de Maestría en Gestión de Operaciones y Servicios Logísticos, especialización en Auditoría y Control logístico en ESAN y Especialización en Sistemas Integrados de Gestión en la UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA ESPAÑA.

Amplia experiencia operativa de 25 años en el sector privado y exportador, realizando trabajo en campo a nivel nacional, en las áreas de Abastecimiento, almacenes, distribución, Producción, Seguridad e Higiene Industrial, Medio Ambiente, Aseguramiento de la Calidad y Póliza de Seguros, Responsabilidad Social Empresarial. Capaz de optimizar recursos y encontrar soluciones técnico económicas a problemas empresariales con mayor experiencia en empresas exportadoras de mayor exigencia con estándares internacionales, así como gestor de proyectos integrales de inversión.

Docente Expositor tiempo parcial en Lima y provincias en temas de la Cadena de Suministro (Supply Chain Management) y Administración Logística Integral en la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos UNMSM. Habiendo dictado paralelamente a tiempo parcial en Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica del Perú - UTP, Programación de Extensión en la UNI, Expositor en la UNFV, GS1 PERU, CITE LOGISTICA, CITE Agroindustrial Ica, CITE Vid, Adex, SNI, ISIL y CITE Agroalimentario de Avícola San Fernando, CERSEU Facultad de Ingeniería Industrial de la UNMSM, Fundación San Marcos.

Fx Miembro de Aprolog - Asociación Peruana de Profesionales en Logística. Empresario y Gerente General de LOGISTICA & SUMINISTROS ROCA EIRL, empresa certificada y homologada, comercializadora y distribuidora de envases y embalajes para la industria en general. Ex - Asociado a la Cámara de Comercio de Lima.

Auditor en Buenas Prácticas de Manufactura y Gestión formado en SGS. Consultor en Sistemas Integrados de Gestión (ISO 9001, ISO 14001 Y OHSAS 18001-ISO 45001), BPA, BPM, BPMG, Programas de Mejora Continua, Metodología 5S y 9S, Lean Logistics y Six Sigma, Planeamiento Estratégico, ISO 22301 sobre Continuidad de Negocios, ISO 22000, HACCP y POES; Gestión de Laboratorios ISO 17025; así como temas de Costos y Presupuestos empresariales.

En nuestra experiencia siempre hemos participado de los estudios de optimización de procesos en las empresas a través de cursos y capacitaciones in house.

## OFERTA

### RESUMEN EJECUTIVO

A continuación se presenta la siguiente información resumen según PRIORIDAD Y SECUENCIA:

Descripción del tema	Cantidad de personas	Duración	Importe total
VISUAL BOARD	1 - 10	10 horas	S/1,200
POLCA	1 - 10	10 horas	S/1,500
5 S	1 - 10	20 horas	S/1,600

Validez de la oferta: 60 días de la fecha de cotización.

#### Condiciones de pago:

- El expositor realizará la entrega oportunamente de un Recibo Electrónico por Honorarios por los servicios correspondientes a nombre del cliente respectivamente.
- El pago podrá ser realizado en Efectivo, con cheque a nombre de JORGE LUIS ROCA BECERRA o con depósito en una cuenta bancaria según lo siguiente:
  - ✓ **BANCO PICHINCHA:**  
Cta. Ahorro Soles: 527057940  
Cta. Interbancaria (CCI): 03502600052705794041
  - ✓ **BANCO CONTINENTAL:**  
Cta. Soles: 0011-0351-48-0200362585  
Cta. Interbancaria (CCI): 01135100020036258548

#### IMPORTANTE.-

La presente oferta ya tiene 10% de descuento en cada uno de los cursos propuestos.

Es importante que oportunamente se tenga respuesta para agendar las fechas de capacitación con la debida anticipación.

Los precios ofertados están tomando en consideración la cantidad total de cursos programados presentados en la presente propuesta.

En caso de elegir cursos individualizados de ésta oferta, agradeceré considerar un costo adicional de 20% por curso aprobado.