

## ÍNDICE

<b>RESUMEN EJECUTIVO</b> .....	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>3</b>
<b>ÍNDICE</b> .....	<b>4</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>9</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>11</b>
<b>ÍNDICE DE GRÁFICAS</b> .....	<b>13</b>
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>14</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>14</b>
<b>1.1 Lugar de aplicación</b> .....	<b>15</b>
1.1.1 Estructura organizacional .....	17
<b>1.2 Problemática</b> .....	<b>19</b>
<b>1.3 Objetivo general</b> .....	<b>20</b>
<b>1.4 Objetivos específicos</b> .....	<b>20</b>
<b>1.5 Resultados tangibles esperados</b> .....	<b>21</b>
<b>1.6 Área de investigación</b> .....	<b>21</b>
<b>1.7 Área de estudio</b> .....	<b>22</b>
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>23</b>

---

<b>DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS .....</b>	<b>23</b>
<b>2.1 Descripción del proceso de producción de productos cárnicos de Coexca S.A. ....</b>	<b>24</b>
<b>2.2 Descripción de los procesos de faenamiento y desposte de cerdos de Coexca S.A. ...</b>	<b>25</b>
2.2.1 Descripción del proceso de faenamiento de cerdos de Coexca S.A. ....	25
2.2.2 Descripción del proceso de desposte de varas de cerdos de Coexca S.A. ....	32
<b>CAPÍTULO 3 .....</b>	<b>51</b>
<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>51</b>
<b>3.1 Seis Sigma.....</b>	<b>52</b>
3.1.1 Métrica Seis Sigma.....	53
<b>3.2 Antecedentes .....</b>	<b>56</b>
<b>3.3 Factores claves para Seis Sigma .....</b>	<b>57</b>
<b>3.4 Etapas de la metodología Seis Sigma .....</b>	<b>61</b>
3.4.1 Etapa Definir .....	62
3.4.2 Etapa Medir .....	64
3.4.3 Etapa Analizar .....	64
3.4.4 Etapa Mejorar .....	64
3.4.5 Etapa Controlar.....	65
<b>3.5 Análisis de Criticidad (CA).....</b>	<b>66</b>
<b>3.6 Confiabilidad.....</b>	<b>68</b>
3.6.1 Datos con censura.....	70
3.6.2 Funciones en confiabilidad.....	72
3.6.3 Modelos (distribuciones) para el tiempo de falla .....	75

3.6.4	Estimación de parámetros en observaciones censuradas.....	84
<b>3.7</b>	<b>Control estadístico de procesos .....</b>	<b>86</b>
3.7.1	Cartas de control.....	86
<b>CAPÍTULO 4.....</b>	<b>.....</b>	<b>88</b>
<b>METODOLOGÍA DE SOLUCIÓN.....</b>	<b>.....</b>	<b>88</b>
<b>4.1</b>	<b>Seis Sigma como alternativa de solución .....</b>	<b>89</b>
4.1.1	Etapa Definir .....	90
4.1.2	Etapa Medir .....	91
4.1.3	Etapa analizar .....	91
4.1.4	Fase Mejorar.....	92
<b>CAPÍTULO 5.....</b>	<b>.....</b>	<b>93</b>
<b>ELABORACIÓN DEL PLAN DE MEJORA: DEFINIR.....</b>	<b>.....</b>	<b>93</b>
<b>5.1</b>	<b>Selección del proyecto Seis Sigma .....</b>	<b>94</b>
<b>5.2</b>	<b>Situación actual del Departamento de Mantenimiento de Coexca S.A.....</b>	<b>95</b>
<b>5.3</b>	<b>Identificación de los requerimientos del cliente del Departamento de Mantenimiento.....</b>	<b>98</b>
<b>5.4</b>	<b>Equipo de mejora .....</b>	<b>99</b>
<b>5.5</b>	<b>Cuadro del proyecto .....</b>	<b>102</b>
<b>CAPÍTULO 6.....</b>	<b>.....</b>	<b>103</b>
<b>ELABORACIÓN DEL PLAN DE MEJORA: MEDIR.....</b>	<b>.....</b>	<b>103</b>
<b>6.1</b>	<b>Medida clave para enfocar el proyecto.....</b>	<b>104</b>

---

<b>6.2</b>	<b>Medición del rendimiento del tiempo entre falla (Variable de respuesta Y) .....</b>	<b>105</b>
<b>6.3</b>	<b>Identificación de los factores (X's) que impactan directamente sobre el tiempo a la falla (Y).....</b>	<b>107</b>
	<b>CAPÍTULO 7.....</b>	<b>109</b>
	<b>ELABORACIÓN DEL PLAN DE MEJORA: ANALIZAR .....</b>	<b>109</b>
<b>7.1</b>	<b>Análisis de criticidad .....</b>	<b>110</b>
7.1.1	Pasos para la realización del Análisis de Criticidad.....	110
<b>7.2</b>	<b>Descripción de los equipos críticos de Coexca S.A. ....</b>	<b>117</b>
7.2.1	Descripción de equipos de la zona faena de cerdos.....	117
<b>7.3</b>	<b>Estudio de confiabilidad de los equipos críticos de Coexca S.A.....</b>	<b>124</b>
7.3.1	Identificación de la distribución de los datos .....	128
7.3.2	Análisis gráfico de la función de riesgo .....	131
7.3.3	Análisis de la confiabilidad de los equipos críticos del Área Faena .....	137
	<b>CAPÍTULO 8.....</b>	<b>145</b>
	<b>ELABORACIÓN DEL PLAN DE MEJORA: MEJORAR .....</b>	<b>145</b>
<b>8.1</b>	<b>Plan de formación Seis Sigma .....</b>	<b>146</b>
<b>8.2</b>	<b>Propuesta de mejora de los tiempos operativos los equipos críticos.....</b>	<b>148</b>
<b>8.3</b>	<b>Monitorear la ocurrencia de fallas.....</b>	<b>150</b>
<b>8.4</b>	<b>Impacto económico de la propuesta.....</b>	<b>154</b>
8.1.1	Cálculo del costo de intervención.....	154
8.1.2	Cálculo del costo de falla.....	155
8.1.3	Cálculo del costo de almacenamiento .....	156

8.1.4 Costo global.....	157
<b>CAPÍTULO 9.....</b>	<b>159</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>159</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>163</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>166</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Participación de accionistas. ....	17
Tabla 3.1: Equivalencia entre niveles Sigma y PPM. ....	54
Tabla 3.2: Significado de la calidad $6\sigma$ . ....	55
Tabla 4.1: Herramientas y actividades de la etapa Definir. ....	90
Tabla 4.2: Herramientas y actividades de la etapa Medir. ....	91
Tabla 4.3: Herramientas y actividades de la etapa Analizar. ....	92
Tabla 4.4: Herramientas y actividades de la etapa Mejorar. ....	92
Tabla 5.1: Descripción de cargos del Departamento de Mantenimiento de Coexca S.A. ....	97
Tabla 5.2: Variables del servicio de mantenimiento y su prioridad en el proyecto. ....	98
Tabla 5.3: Criterios de evaluación de las variables de salida. ....	99
Tabla 5.4: Cuadro del proyecto. ....	102
Tabla 6.1: Caracterización de la medida clave del proyecto. ....	104
Tabla 6.2: Descripción de la métrica Índice de criticidad. ....	105
Tabla 6.3: Descripción de la métrica Confiabilidad. ....	106
Tabla 7.1: Equipos a estudiar, Área Faena. ....	110
Tabla 7.2: Listado de criterios. ....	112
Tabla 7.3: Personal seleccionado para la encuesta. ....	112
Tabla 7.4: Respuesta para Análisis de Criticidad de la gerencia de operaciones. ....	114
Tabla 7.5: Promedio de puntajes para el Equipo aturdidor de cerdos. ....	114
Tabla 7.6: Resultados Análisis de Criticidad zona faena. ....	115
Tabla 7.7: Ficha técnica de la Equipo depilador de cerdos. ....	118
Tabla 7.8: Principales componentes y repuestos del Equipo depilador de cerdos. ....	119
Tabla 7.9: Ficha técnica de la Equipo aturdidor de cerdos. ....	120
Tabla 7.10: Principales componentes y repuestos del Equipo aturdidor de cerdos. ....	121
Tabla 7.11: Principales componentes y repuestos de la Sierra cortadora de canales. ....	122
Tabla 7.12: Resultados métrica % de tiempo operativo. ....	126
Tabla 7.13: Distribución de los tiempos de falla, Equipo aturdidor de cerdos. ....	130
Tabla 7.14: Distribución de los tiempos de falla, Equipo depilador de cerdos. ....	130
Tabla 7.15: Distribución de los tiempos de falla, Sierra cortadora de canales. ....	130

Tabla 7.16: Distribución de los tiempos de falla, Línea desangrado.....	130
Tabla 7.17: Análisis de Confiabilidad para los modos de falla del Equipo aturdidor de cerdos.	138
Tabla 7.18: Análisis de Confiabilidad para los modos de falla de la Línea desangrado.....	139
Tabla 7.19: Análisis de Confiabilidad para los modos de falla del Equipo aturdidor de cerdos.	140
Tabla 7.20: Análisis de Confiabilidad para el modo de falla del Sierra cortadora de canales. ...	141
Tabla 7.21: Resumen resultados etapa analizar.....	143
Tabla 7.22: Resultados métrica % tiempo operativo eliminando modos de falla. ....	144
Tabla 8.1: Propuestas de mejora.....	149
Tabla 8.2: Costo de intervención por modo de falla. ....	155
Tabla 8.3: Costo materia prima no utilizada.....	156
Tabla 8.4: Costo materia prima no utilizada.....	156
Tabla 8.5: Costo de almacenamiento por modo de falla para cada equipo crítico.....	157
Tabla 8.6: Costo global por modo de falla para cada equipo crítico. ....	157
Tabla 8.7: Comparación modos de falla actuales versus eliminar modos de falla.....	158
Tabla A-1.1: Tiempo de falla Equipo aturdidor de cerdos. ....	167
Tabla A-1.2: Tiempo de falla Línea desangrado. ....	168
Tabla A-1.3: Tiempo de falla Equipo depilador de cerdos.....	169
Tabla A-1.4. Tiempo de falla Sierra cortador de canales. ....	170
Tabla A-2.1: Listado de equipos de los procesos de faenamamiento de cerdos de Coexca S.A. ....	171
Tabla A-3.1: Formato encuesta para el Análisis de Criticidad.....	172
Tabla A-3.1: Ponderación de los criterios del Análisis de Criticidad .....	173
Tabla A-4.1: Cálculo del índice de criticidad.....	175
Tabla A-4.2: Cálculo del índice de criticidad.....	176
Tabla A-4.3: Cálculo del índice de criticidad.....	177
Tabla A-4.4: Cálculo del índice de criticidad.....	178
Tabla A-5.1: Planilla Excel para el registro de datos ( <i>Fallas</i> ). ....	179
Tabla A-6.1: Valores para los tiempos entre fallas transformados para el modo de falla Puerta, Equipo aturdidor de cerdos.....	181

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Fachada Coexca S.A .....	15
Figura 1.2: Vista aérea planta Coexca S.A.....	15
Figura 1.3: Estructura organizacional Coexca S.A.....	18
Figura 2.1: Proceso productivo de carnes de cerdo de Coexca S.A.....	24
Figura 2.2: Flujograma proceso faena Coexca S.A.....	26
Figura 2.3: Flujograma proceso de desposte de Coexca S.A. ....	33
Figura 2.4: Flujograma proceso de desposte tercio delantero de Coexca S.A. ....	34
Figura 2.5: Flujograma proceso de desposte tercio central de Coexca S.A .....	35
Figura 2.6: Flujograma proceso de desposte tercio trasero de Coexca S.A. ....	36
Figura 2.7: Flujograma proceso de desposte transformación de productos de Coexca S.A.....	37
Figura 2.8: Flujograma proceso de desposte de Coexca S.A. ....	38
Figura 2.9: Flujograma proceso de desposte de Coexca S.A. ....	38
Figura 3.1: Relación entre las causas y efectos.....	52
Figura 3.2: Niveles sigma de un proceso.....	54
Figura 3.3: Proceso $6\sigma$ descentrado.....	54
Figura 3.4: Áreas de oportunidad, Definición de proyectos.....	57
Figura 3.5: Formación de “Belts” y “Champions” .....	60
Figura 3.6: Etapas y objetivos de la ciclo DMAIC. ....	61
Figura 3.7: Pasos para la consecución de la Etapa Medir. ....	64
Figura 3.8: Tipos de censura: .....	71
Figura 3.9: La curva de la bañera: ciclo de vida de un producto.....	74
Figura 3.10: Carta de control.....	87
Figura 4.1: Metodología DMAMC para el desarrollo de proyectos Seis Sigma.....	89
Figura 5.1: Descripción de cargos del Departamento de Mantenimiento de Coexca S.A.....	96
Figura 6.1: Diagrama causa-efecto para las fallas de los equipos Área Faena.....	107
Figura 7.1: Representación gráfica del periodo de observación.....	125
Figura 7.2: Reporte entregado por Minitab 14®, Bondad del Ajuste Modo de fallo <i>Cadena</i> . ...	129
Figura 7.3: Diagrama causa – efecto para la falla Eléctrica, Sierra cortadora de canales.....	136
Figura 7.4: Sistema con cuatro equipos críticos del Área Faena de Coexca S.A.....	137



Figura 7.5: Representación gráfica de la confiabilidad actual del sistema..... 142

Figura 7.6: Representación gráfica de la confiabilidad del sistema si se eliminaran los modos de falla propuestos..... 142

Figura A-5.1: Cuadro de dialogo de planilla de registro de datos (Fallas)..... 180

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1.1: Distribución % ventas para el año 2008.....	16
Gráfica 1.2: Distribución de fallos de los equipos de Coexca S.A., primer semestre 2009.....	19
Gráfica 3.1: Gráfica de la f.d.p para el caso exponencial.....	76
Gráfica 3.2: Distribución de Weibull $\eta = 1$ .....	78
Gráfica 3.3: Función de densidad logística para $\alpha = 0$ .....	82
Gráfica 5.1: Número de fallas por área, primer semestre del 2009.....	94
Gráfica 7.1: Diagrama de Pareto para índice de criticidad de equipos zona faena.....	116
Gráfica 7.2: Gráfica de probabilidad para el modo de falla Cadena.....	129
Gráfica 7.3: Curva de tasas de riesgo para los modos del fallo del Equipo aturdidos de cerdos.....	131
Gráfica 7.4: Curvas de tasas de riesgo para los modos del fallo de la Línea desangrado.....	133
Gráfica 7.5: Curvas de tasas de riesgo, modos del fallo del Equipo aturdidos de cerdos.....	134
Gráfica 7.6: Curva de la tasa de riesgo el modo del fallo de la Sierra cortadora de canales.....	136
Gráfica 8.1: Método de Box-Cox para el tiempo de falla del modo de falla Puerta.....	151
Gráfica 8.2: Gráfica de probabilidad normal para el tiempo entre falla transformado.....	152
Gráfica 8.3: Carta de control para el tiempo de falla transformado.....	152
Gráfica 8.4: Comparación costo global por equipo.....	158