

# Índice general

## Contenido

<b>Resumen</b> .....	<b>iii</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>IV</b>
<b>Índice general</b> .....	<b>V</b>
<b>Índice de gráficos</b> .....	<b>XI</b>
<b>CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>12</b>
<b>1.1.- Antecedentes y motivación</b> .....	<b>13</b>
1.1.1.- La empresa .....	15
1.1.1.1.- Misión .....	15
1.1.1.2.- Visión.....	15
1.1.1.3.- Algunas políticas .....	15
1.1.1.4.- Productos y mercados.....	15
<b>1.2.- Descripción del problema</b> .....	<b>17</b>
<b>1.3.- Solución propuesta</b> .....	<b>17</b>
<b>1.4.- Objetivos del proyecto</b> .....	<b>17</b>
1.4.1.- Objetivo general .....	17
1.4.2.- Objetivos específicos .....	17
<b>1.5.- Alcances</b> .....	<b>18</b>
<b>1.6.- Metodologías y herramientas utilizadas</b> .....	<b>18</b>
1.6.1.- Análisis Funcional .....	18
1.6.2.- Análisis de Criticidad de Equipos .....	18
1.6.3.- Análisis de modos de falla, efecto y criticidad .....	19
<b>1.7.- Resultados esperados</b> .....	<b>19</b>
<b>1.8.- Organización del documento</b> .....	<b>19</b>
1.8.1.- Capitulo 1: <i>Introducción</i> .....	19
1.8.2.- Capitulo 2: <i>Marco Teórico</i> .....	19
1.8.3.- Capitulo 3: <i>Desarrollo</i> .....	19
1.8.4.- Capitulo 4: <i>Análisis de Resultados</i> .....	19
1.8.5.- Capitulo 5: <i>Planificación del Mantenimiento a Equipos Críticos</i> .....	19
1.8.6.- Capitulo 6: <i>Conclusiones</i> .....	19
1.8.7.-Capitulo 7: <i>Anexos</i> .....	19
<b>CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>20</b>
<b>2.1.- Generalidades acerca de mantenimiento</b> .....	<b>21</b>
2.1.1.- Evolución del mantenimiento .....	22
2.1.1.1.- Mantenimiento de primera generación .....	22
2.1.1.2.- Mantenimiento de segunda generación.....	22
2.1.1.3.- Mantenimiento de tercera generación .....	22

<b>2.2.- Mantenimiento centrado en la confiabilidad (M.C.C)</b> .....	<b>23</b>
2.2.1.- Siete preguntas .....	24
2.2.2.- Beneficios de aplicar M.C.C .....	24
2.2.4.- Confiabilidad Operacional .....	25
2.2.6.- Equipo natural de trabajo .....	26
2.2.7.- Análisis Efectos del Modo de Falla y Análisis Criticidad (FMECA) .....	26
2.2.7.1.- Definición de la intención de diseño .....	27
2.2.7.2.- Análisis funcional .....	28
2.2.7.3.- Identificación de Modos de falla .....	29
2.2.7.4.- Efectos y consecuencias de la falla .....	29
2.2.7.5.- Jerarquización del riesgo .....	30
2.2.7.6.- Objetivos del análisis .....	30
2.2.7.7.- Resumen de los pasos para la aplicación de M.C.C .....	30
2.2.7.8.-Formulario tipo de análisis FMECA .....	31
<b>Capítulo 3: DESARROLLO</b> .....	<b>39</b>
<b>3.1. Análisis funcional y creación de base de datos</b> .....	<b>40</b>
<b>3.2.-Determinacion de equipos críticos</b> .....	<b>41</b>
3.2.1.-Equipos críticos .....	41
3.2.1.1.- Volcador de BINS UNI_ROV 250 .....	42
3.2.1.2.- Sistema de Cepillado en seco con BY-PASS .....	43
3.2.1.3.- Calibradora electrónica a rodillos .....	44
<b>3.3.- Ejecución de Análisis FMECA a equipos críticos</b> .....	<b>46</b>
<b>4.1.- Análisis de resultados</b> .....	<b>48</b>
4.1.1.- Volcador de Bins UNI_ROV 250. ....	48
4.1.2.- Sistema de Cepillado en seco con BY-PASS .....	49
4.1.3.- Análisis de resultados para Calibradora Electrónica a Rodillos. ....	50
<b>4.2.- Determinación de RPN crítico</b> .....	<b>51</b>
4.2.1.- RPN críticos para Volcador de BINS UNI ROV_250 .....	52
4.2.2.- RPN críticos para Sistema de Cepillado en seco con BY-PASS .....	53
4.2.3.- RPN críticos para Calibradora Electrónica a rodillos .....	54
<b>Capítulo 5: PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO A EQUIPOS CRÍTICOS</b> .....	<b>55</b>
<b>5.1.- Diseño del plan de mantenimiento</b> .....	<b>56</b>
<b>5.2.- Planificación del Mantenimiento a Equipos Críticos</b> .....	<b>59</b>
<b>5.3.- Optimización del Plan de Mantenimiento</b> .....	<b>71</b>
<b>Capítulo 6: CONCLUSIONES</b> .....	<b>75</b>
<b>6.1.- Conclusiones</b> .....	<b>76</b>
<b>6.3.- Bibliografía</b> .....	<b>79</b>
<b>Capítulo 7: ANEXOS</b> .....	<b>80</b>
<b>7.1.- Procedimiento de determinación de equipos críticos.</b> .....	<b>81</b>

<b>7.2.- Ejecucion de analisis FMECA a equipos criticos.....</b>	<b>87</b>
7.2.1.- Analisis a Volcador de Bins UNI_ROV 250 .....	87
7.2.2.- Analisis FMECA a equipo Sistema de cepillado en seco con BY-PASS. ....	111
7.2.3.- Analisis FMECA a Calibradora electronica a rodillos. ....	120
<b>7.3.- Exposición de resultados.....</b>	<b>134</b>
7.3.1.- Resultados del análisis FMECA a Volcador de bins UNI_ROV 250.....	134
7.3.2.- Resultados de análisis FMECA a Sistema de cepillado en seco con BY-PASS. ....	138
7.3.3.- Resultados de analisis FMECA a Calibradora electronica a rodillos. ....	139
<b>7.4.- Manual de uso de Tabla Dinámica de Planificación del Mantenimiento .....</b>	<b>142</b>
7.4.1.-Objetivo del manual.....	142
7.4.2.- Ingresando al archivo .....	142
Paso 1: Abriendo el archivo.....	142
Paso 2: Una vez en el archivo .....	143
Paso 3: Manejando la Tabla Dinámica .....	146
Paso 4: Usando los filtros de campo .....	149

## Índice de figuras

### Figuras del Capítulo N°1

Figura N° 1. 1. <i>Capacidad de embalaje manual v.s mecanizada en la Región del Maule</i> .....	14
Figura N° 1. 2. <i>Distribución de Producción y procesado de fruta</i> .....	16
Figura N° 1. 3. <i>Exportaciones de AG</i> .....	16

### Figuras del Capítulo N°2

Figura N° 2. 1. <i>Evolución del mantenimiento</i> .....	22
Figura N° 2. 2. <i>Parámetros involucrados en la C.O.</i> .....	25
Figura N° 2. 3. <i>Equipos Naturales de Trabajo</i> .....	26
Figura N° 2. 4. <i>Secuencia del FMECA</i> .....	27
Figura N° 2. 5. <i>Descomposición Funcional</i> .....	28
Figura N° 2. 6. <i>Resumen de los pasos para la aplicación de FMECA</i> .....	31
Figura N° 2. 7. <i>Modelo de análisis de FMECA</i> .....	31
Figura N° 2. 8. <i>Formas de reducir el riesgo</i> .....	38

### Figuras del Capítulo N°3

Figura N° 3. 1. <i>Tabla Dinámica de manejo de equipos</i> .....	40
Figura N° 3. 2. <i>Grafico de resultados de Análisis de Criticidad de Equipos</i> .....	41
Figura N° 3. 3. <i>Funciones principales de Volcador UNI_ROV 250</i> .....	42
Figura N° 3. 4. <i>Descomposición en sistemas de Volcador UNI_ROV 250</i> .....	43
Figura N° 3. 5. <i>Funciones principales de Sistema de Cepillado en seco con BY-PASS</i> .....	44
Figura N° 3. 6. <i>Descomposición en sistemas de Sistema de cepillado en seco con BY-PASS</i> .....	44
Figura N° 3. 7. <i>Funciones principales de Calibradora Electrónica a Rodillos</i> .....	45
Figura N° 3. 8. <i>Descomposición en sistemas de Calibradora Electrónica a Rodillos</i> .....	45
Figura N° 3. 9. <i>Extracto de Análisis FMECA a Volcador de BINS UNI_ROV 250</i> .....	46

### Figuras del Capítulo N°5

Figura N° 5. 1. <i>Base de datos (B.B.D.D) de TABLA DINÁMICA DE APOYO AL MANTENIMIENTO PREVENTIVO A EQUIPOS CRÍTICOS DE LÍNEA CALIBRADORA DE FRUTA CON CAROZOS</i> .72	
Figura N° 5. 2. <i>TABLA DINÁMICA DE APOYO AL MANTENIMIENTO PREVENTIVO A EQUIPOS CRÍTICOS DE LÍNEA CALIBRADORA DE FRUTA CON CAROZOS (No desplegada)</i> .....	73
Figura N° 5. 3. <i>TABLA DINÁMICA DE APOYO AL MANTENIMIENTO PREVENTIVO A EQUIPOS CRÍTICOS DE LÍNEA CALIBRADORA DE FRUTA CON CAROZOS (desplegada)</i> .....	74
Figura N° 5.2. 1. <i>Plan de Mantenimiento para acciones diarias de equipos críticos. Frecuencia Diaria</i> 60	

Figura N° 5.2. 2. <i>Plan de mantenimiento para Volcador de BINS UNI_ROV 250. Grupo de carga y descarga</i> .....	61
Figura N° 5.2. 3. <i>Plan de mantenimiento para Volcador de BINS UNI_ROV 250. Estacion desapilador y apilador</i> .....	62
Figura N° 5.2. 4. <i>Plan de mantenimiento para Volcador de BINS UNI_ROV 250. Grupo de volcado de bins y descarga de producto</i> .....	63
Figura N° 5.2. 5. <i>Plan de mantenimiento para Volcador de BINS UNI_ROV 250. Grupo silla</i> .....	64
Figura N° 5.2. 6. <i>Plan de mantenimiento para Volcador de BINS UNI_ROV 250. Grupo de expulsión superior y Grupo lector código de barras</i> .....	65
Figura N° 5.2. 7. <i>Plan de mantenimiento para Sistema de Cepillado en seco con BY-PASS. Cinta BY-PASS</i> .....	66
Figura N° 5.2. 8. <i>Plan de mantenimiento para Sistema de Cepillado en seco con BY-PASS. Dispositivo de levantamiento y Grupo de motorización</i> .....	67
Figura N° 5.2. 9. <i>Plan de mantenimiento para Sistema de Cepillado en seco con BY-PASS. Grupo rastrillo. Calibradora electrónica a rodillos. Cabezal de motorización</i> .....	68
Figura N° 5.2. 10. <i>Plan de mantenimiento para Calibradora electrónica a rodillos. Rotación de rodillos en subida y Grupo peso</i> .....	69
Figura N° 5.2. 11. <i>Plan de mantenimiento para Calibradora electrónica a rodillos. Rotación de rodillos bajo las cámaras, Unidad de limpieza de rodillos y Componentes generales</i> .....	70

### **Figuras del Capítulo N°7**

Figura N° 7. 1. <i>Abrir carpeta PLANILLAS DE MANTENIMIENTO</i> .....	142
Figura N° 7. 2. <i>Abriendo el archivo</i> .....	143
Figura N° 7. 3. <i>Planilla de Planificación General de mantenimiento</i> .....	144
Figura N° 7. 4. <i>Planilla General de mantenimiento diario</i> .....	145
Figura N° 7. 5. <i>Base de datos</i> .....	145
Figura N° 7. 6. <i>Acceso a hoja de Dinámica de mantenimiento</i> .....	146
Figura N° 7. 7. <i>Desplegando la Tabla Dinámica</i> .....	147
Figura N° 7. 8. <i>Tabla dinámica desplegada hasta los sistemas</i> .....	147
Figura N° 7. 9. <i>Seleccionando un sistema en la Tabla dinámica</i> .....	147
Figura N° 7. 10. <i>Tabla dinámica desplegada</i> .....	148
Figura N° 7. 11. <i>Desplegando los filtros</i> .....	149
Figura N° 7. 12. <i>Como aplicar filtro (1)</i> .....	150
Figura N° 7. 13. <i>Como aplicar filtro (2)</i> .....	150
Figura N° 7. 14. <i>Como aplicar filtro (3)</i> .....	151
Figura N° 7. 15. <i>Como aplicar filtro (4)</i> .....	151
Figura N° 7. 16. <i>Selección de filtro</i> .....	151
Figura N° 7. 17. <i>Imagen final de aplicación de filtro</i> .....	152

## Índice de tablas

### Tablas del Capítulo N° 1

Tabla N° 1. 1. <i>Chile en Ranking de exportaciones de fruta fresca</i> .....	13
---	----

### Tablas del Capítulo N° 2

Tabla N° 2. 1. <i>Probabilidad de ocurrencia</i> .....	35
Tabla N° 2. 2. <i>Tabla de severidad</i> .....	36
Tabla N° 2. 3. <i>Tabla de probabilidad de detección</i> .....	37

### Tablas del Capítulo N° 4

Tabla N° 4. 1. <i>Resultados de FMECA para Volcador de BINS UNI_ROV 250</i> .....	48
Tabla N° 4. 2. <i>Resultados de FMECA para Sistema de Cepillado en seco con BY-PASS</i> .....	49
Tabla N° 4. 3. <i>Resultados de FMECA para Calibradora Electrónica a Rodillos</i> .....	50
Tabla N° 4. 4. <i>Nivel de Impacto y determinación de RPN crítico</i> .....	51
Tabla N° 4. 5. <i>Causas críticas por sistemas del Volcador de BINS UNI_ROV 250</i> .....	52
Tabla N° 4. 6. <i>Causas críticas por sistemas del Sistema de Cepillado en seco con BY-PASS</i> .....	53
Tabla N° 4. 7. <i>Causas críticas por sistemas de Calibradora electrónica a rodillos</i> .....	54

### Tablas del Capítulo N° 5

Tabla 5. 1. <i>Resultados de FMECA a Volcador de BINS UNI_ROV 250</i> .....	57
Tabla 5. 2. <i>Resultados de FMECA a Sistema de Cepillado en seco con BY-PASS</i> .....	58
Tabla 5. 3. <i>Resultados de FMECA a Calibradora electrónica a rodillo</i> .....	58

### Tablas del capítulo N° 7

Tabla 7. 1. <i>Resultados del análisis de criticidad a los equipos que conforman la línea de calibrado</i> .....	86
---	----

## Índice de gráficos

### Gráficos del capítulo N° 4

Grafico 4. 1. <i>Resultados de las causas de falla para Volcador de Bins UNI_ROV 250</i> .....	49
Grafico 4. 2. <i>Resultados de las causas de falla para Sistema de cepillado en seco con BY-PASS</i> .50	
Grafico 4. 3. <i>Resultados de las causas de falla de Calibradora electrónica a rodillos</i> .....	51
Grafico 4. 4. <i>Porcentajes por sistemas de causas críticas del Volcador de BINS UNI_ROV 250</i> ....	53
Grafico 4. 5. <i>Porcentajes por sistemas de causas críticas del Sistema de Cepillado en Seco con BY-PASS</i> .....	53
Grafico 4. 6. <i>Porcentajes por sistemas de causas críticas de Calibrador Electrónica a rodillos</i> .....	54

### Gráficos del capítulo N° 7

Grafico de resultados 7. 1. <i>Transportador de cadena para alimentación de pallets llenos</i> .....	134
Grafico de resultados 7. 2. <i>Transportador de cadena para salida pallets vacios</i> .....	134
Grafico de resultados 7. 3. <i>Grupo horquillas para bins vacios</i> .....	135
Grafico de resultados 7. 4. <i>Grupo horquillas para bins llenos</i> .....	135
Grafico de resultados 7. 5. <i>Grupo cepillo de descarga de producto</i> .....	135
Grafico de resultados 7. 6. <i>Cinta de descarga de producto</i> .....	136
Grafico de resultados 7. 7. <i>Grupo ascensor</i> .....	136
Grafico de resultados 7. 8. <i>Grupo de rotación de silla</i> .....	136
Grafico de resultados 7. 9. <i>Grupo eje motriz para transportador</i> .....	137
Grafico de resultados 7. 10. <i>Grupo eje motriz</i> .....	137
Grafico de resultados 7. 11. <i>Grupo lector código de barras</i> .....	137
Grafico de resultados 7. 12. <i>Cinta BY-PASS</i> .....	138
Grafico de resultados 7. 13. <i>Dispositivo de levantamiento BY-PASS</i> .....	138
Grafico de resultados 7. 14. <i>Grupo de motorización de cepillos</i> .....	138
Grafico de resultados 7. 15. <i>Grupo rastrillo</i> .....	139
Grafico de resultados 7. 16. <i>Cabecal loco</i> .....	139
Grafico de resultados 7. 17. <i>Cabecal de motorización</i> .....	139
Grafico de resultados 7. 18. <i>Grupo peso</i> .....	140
Grafico de resultados 7. 19. <i>Rotación de rodillos en subida</i> .....	140
Grafico de resultados 7. 20. <i>Rotación de rodillos bajo las cámaras</i> .....	140
Grafico de resultados 7. 21. <i>Unidad de limpieza de rodillos</i> .....	141
Grafico de resultados 7. 22. <i>Componentes generales</i> .....	141