

## CONTENIDO

Resumen Ejecutivo .....	2
Agradecimientos .....	3
Índice de Figuras .....	9
Índice de Tablas.....	12
Glosario de términos importantes.....	14
<b>Capítulo I: Introducción .....</b>	<b>16</b>
Lugar de Aplicación .....	16
Problemática .....	16
Área de Investigación .....	17
Área de Estudio .....	17
Posibles Alternativas de Solución .....	17
Otros Interesados:.....	18
Objetivo General.....	18
Objetivos Específicos .....	18
Resultados Tangibles Esperados .....	18
<b>Capítulo II: Información de la Empresa .....</b>	<b>20</b>
Organigrama .....	20
Descripción de los procesos .....	22
Descortezado .....	22
Ingreso de trozos.....	24
Línea Principal.....	26
Resierra.....	28
Clasificador de Tablas (USNR).....	29
<b>Capítulo III: Situación Actual de la Empresa.....</b>	<b>33</b>

Factor de Operación (FO).....	33
Factor de Uso (%).....	34
Ritmo de trabajo (%) .....	36
<b>Capítulo IV: Marco Teórico .....</b>	<b>39</b>
Normas de tiempo para el trabajo con máquinas.....	39
Control de instalaciones y maquinas .....	39
Teoría de Restricciones (TOC).....	43
¿Cómo Surge?.....	43
El proceso de mejora continua.....	44
¿Cuál es la meta en una empresa? .....	44
Tipos de Restricciones.....	45
Pasos del proceso de mejora continua (TOC) .....	46
Herramientas y gráficos de control.....	47
Gráfico de Pareto .....	47
Diagrama Causa – Efecto .....	48
Hoja de Verificación.....	49
Evaluación Económica .....	51
Técnicas de Evaluación .....	51
Valor Actual Neto (VAN) .....	51
Tasa Interna de Retorno (TIR).....	53
Razón Beneficio Costo B/C.....	54
Periodo de Recuperación del Capital (Pay-back).....	55
Cinemática de corte .....	56
Relación cinemática Fundamental.....	56
Geometría del elemento de corte .....	56

<b>Capítulo V: Creación de un sistema de Información de Indicadores .....</b>	<b>59</b>
Objetivos de la aplicación: .....	59
Confección de la aplicación.....	60
Creación de la base de datos.....	61
Creación de las tablas del sistema de Información.....	63
Análisis de Velocidades potenciales de la línea. ....	67
Definición de características de los patrones de corte por diámetro .....	67
Calculo de distancias mínimas y máximas.....	69
Calculo de velocidades por máquina de trabajo. ....	73
Calculo de equivalencias .....	79
Stacker .....	80
Velocidad Restrictiva de la línea .....	82
Calculo de Indicadores .....	84
<b>Capítulo VI: Análisis y diagnóstico de la información recolectada .....</b>	<b>89</b>
Indicadores Operacionales Octubre.....	89
Desglose de tiempos muertos .....	89
Análisis de máquinas y subequipos de Usnr .....	90
Análisis máquina principal (Quad).....	95
Subsuelo.....	96
Grupo 1 .....	98
Chipper 2 .....	100
Análisis y diagnóstico de Velocidades. ....	102
Análisis y diagnóstico de GAP.....	108
<b>Capítulo VII: Implementación de Soluciones .....</b>	<b>114</b>
USNR.....	114

Fence.....	114
Buzones .....	118
Trimmer.....	122
Máquina Principal (Quad) .....	123
CAMBIO DE PROGRAMAS .....	123
Defectos de Corte .....	123
Subsuelo.....	125
Grupo 1 .....	131
Separador 240.....	131
Chipper 2 .....	135
Velocidad y Gap de la línea.....	138
Velocidad.....	138
GAP .....	138
<b>Capítulo VIII: Evaluación de Soluciones .....</b>	<b>142</b>
USNR.....	143
Máquina Principal (Quad) .....	144
Subsuelo.....	145
Grupo 1 .....	147
Chipper 2 .....	148
Velocidad de la Línea .....	150
GAP .....	154
Resumen .....	155
Factor de Uso.....	156
Ritmo de trabajo .....	156
Factor de Operación.....	157

<b>Capítulo IX: Conclusiones y Recomendaciones</b> .....	<b>161</b>
<b>Bibliografía</b> .....	<b>165</b>
<b>Anexo I: Confección de esquemas de corte por alternativas de estudio</b> .....	<b>167</b>
<b>Anexo II: Gráficos de velocidad</b> .....	<b>170</b>
Gráficos por grupo de transporte .....	170
Promedio de Velocidad por grupo de transporte .....	171
Gráficos de velocidad por equipos .....	172
<b>Anexo III: Manual de Sistema de Información</b> .....	<b>175</b>
Programa del Aserradero .....	175
Planilla de tiempos muertos.....	177
Ingreso de Tiempos Muertos .....	177
Resumen del turno .....	179
Informes .....	181
Parámetros .....	183
<b>Anexo IV: Listado de Máquinas, Sub – Equipos y Síntomas del Sistema de Información</b> .....	<b>185</b>
Máquinas .....	185
Sub – Equipos.....	186
Síntomas .....	187

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Ilustración 1: Organigrama Aserradero Viñales Arauco S.A.</i>	21
<i>Ilustración 2: Lay – Out Descortezado</i>	23
<i>Ilustración 3: Lay – Out Ingreso de Trozos</i>	25
<i>Ilustración 4: Lay – Out Ingreso de Trozos (vista Horizontal)</i>	25
<i>Ilustración 5: Lay Out de la Línea Principal</i>	28
<i>Ilustración 6: Lay Out Línea Reaserrío</i>	29
<i>Ilustración 7: Lay Out Clasificador de Tablas</i>	31
<i>Ilustración 8: Evolución del FO primer semestre 2010</i>	34
<i>Ilustración 9: Evolución Factor de Uso primer semestre 2010</i>	35
<i>Ilustración 10: Evolución Ritmo primer semestre 2010</i>	37
<i>Ilustración 11: Diagrama explicativo del tiempo de máquina</i>	41
<i>Ilustración 12: Diagrama de Pareto</i>	48
<i>Ilustración 13: Diagrama de Causa y Efecto</i>	49
<i>Ilustración 14: Representación flujos de caja netos en el tiempo</i>	52
<i>Ilustración 15: Gráfico Valor Actual Neto (VAN)</i>	53
<i>Ilustración 16: Gráfico Tasa Interna de Retorno</i>	54
<i>Ilustración 17: Gráfico Periodo de Recuperación (Pay-back)</i>	55
<i>Ilustración 18: extracto del informe diario de esquemas del programador</i>	60
<i>Ilustración 19: Planilla de esquemas procesados en el aserradero</i>	61
<i>Ilustración 20: Fotografía formulario tiempos muertos</i>	62
<i>Ilustración 21: Fotografía formulario Resumen turnos</i>	62
<i>Ilustración 22: Formulario ingreso resumen turnos base de datos</i>	63
<i>Ilustración 23: Formulario ingreso tiempos muertos base de datos</i>	64
<i>Ilustración 24: Informes disponibles en base de datos</i>	85
<i>Ilustración 25: Tiempos Muertos Agrupados por Máquina</i>	89
<i>Ilustración 26: Tiempos Muertos Usnr divididos en Equipos</i>	90
<i>Ilustración 27: Tiempos Muertos por causa en equipo Fence</i>	91
<i>Ilustración 28: Tiempos Muertos por causa en equipo Buzones</i>	92
<i>Ilustración 29: Tiempos Muertos por causa en equipo Buzones</i>	93
<i>Ilustración 30: Resumen relaciones principales detenciones Usnr</i>	94
<i>Ilustración 31: Tiempos Muertos Máquina Principal por Causa</i>	95
<i>Ilustración 32: Tiempos Muertos del Subsuelo por Equipo</i>	96
<i>Ilustración 33: Tiempos muertos del Subsuelo por causa</i>	97
<i>Ilustración 34: Tiempos Muertos Grupo 1 por Equipo</i>	98
<i>Ilustración 35: Paradas Generales grupo 1 por Causas</i>	99
<i>Ilustración 36: Tiempos Muertos Chipper 2 agrupados por causa</i>	100

<i>Ilustración 37: Causas probables de la baja capacidad del aserradero</i>	103
<i>Ilustración 38: Grupos de transportes</i>	104
<i>Ilustración 39: Gap medido con huinchas fuera del turno de trabajo</i>	109
<i>Ilustración 40: Gráfica de dispersión de los datos medidos</i>	110
<i>Ilustración 41: Gap medido con cronómetro dentro del turno de trabajo</i>	110
<i>Ilustración 42: Gráfica de dispersión de los datos medidos</i>	111
<i>Ilustración 43: Fotografía fotoceldas de posicionamiento entrada</i>	112
<i>Ilustración 44: Equipo Fence en funcionamiento</i>	114
<i>Ilustración 45: Diagrama Causa – Efecto fallas en equipo Fence</i>	115
<i>Ilustración 46: Sistema de Fuelles de protección</i>	116
<i>Ilustración 47: Sistema de buzones y poco espacio para maniobrar</i>	118
<i>Ilustración 48: Guías de acompañamiento en buzones</i>	119
<i>Ilustración 49: Diagrama causa efecto problemas en Trimmer</i>	122
<i>Ilustración 50: Diagrama causa efecto defectos en el corte</i>	124
<i>Ilustración 51: Causa principal problemas en Subsuelo</i>	126
<i>Ilustración 52: Separador 240</i>	131
<i>Ilustración 53: Separador 240 en la línea del aserradero</i>	132
<i>Ilustración 54: Diagrama causa efecto Separador 240</i>	133
<i>Ilustración 55: Diagrama del proceso de corte Chipper 2</i>	136
<i>Ilustración 56: Diagrama causa efecto problemas Chipper 2</i>	137
<i>Ilustración 57: Sistema de transportes de alimentación del Aserradero</i>	139
<i>Ilustración 58: Tiempos muertos Aserradero Viñales noviembre 2010</i>	142
<i>Ilustración 59: Gráfico comparativo entre Octubre y Noviembre en equipos intervenidos de Usnr</i>	144
<i>Ilustración 60: Comparación entre tiempos muertos por causas en el subsuelo</i>	146
<i>Ilustración 61: Comparación Octubre - Noviembre tiempos muertos intervenidos en Grupo 1</i>	148
<i>Ilustración 62: Comparación tiempos muertos intervenidos Octubre – Noviembre</i>	149
<i>Ilustración 63: Velocidad de línea medida por grupo de trabajo</i>	151
<i>Ilustración 64: Gráfico de Velocidad por Equipo 80 m/min</i>	152
<i>Ilustración 65: Gráfico de Velocidad por Equipo 70 m/min</i>	153
<i>Ilustración 66: Gráfico de Velocidad por Equipo 60 m/min</i>	153
<i>Ilustración 67: Gráfico de los datos medidos después de las modificaciones v/s Programado</i>	154
<i>Ilustración 68: Comparación Gap Octubre – Noviembre</i>	155
<i>Ilustración 69: Gráfico factor de Uso Año 2010</i>	156
<i>Ilustración 70: Ritmo de trabajo Año 2010</i>	157
<i>Ilustración 71: Factor de Operación 2010</i>	158
<i>Ilustración 72: Proceso de mejora recomendado</i>	163
<i>Ilustración 73: Gráfico de Velocidades por Grupo de Transportes</i>	170
<i>Ilustración 74: Gráfico de Velocidad por Equipo 80 m/min</i>	172

<i>Ilustración 75: Gráfico de Velocidad por Equipo 70 m/min</i>	172
<i>Ilustración 76: Gráfico de Velocidad por Equipo 60 m/min</i>	173
<i>Ilustración 77: Programa del Aserradero</i>	175
<i>Ilustración 78: Informes. (Planilla tiempos muertos)</i>	181



## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Información técnica del descortezado</i>	23
<i>Tabla 2: Evolución del FO en el presente año</i>	33
<i>Tabla 3: Evolución del Factor de Uso en el primer semestre del 2010</i>	35
<i>Tabla 4: Ancho Basa, HD, HI, Ancho Lateral Izq. y Ancho Lateral Der. por diámetro de Trabajo</i>	72
<i>Tabla 5: Tabla de velocidades máximas Euro 1</i>	74
<i>Tabla 6: Tabla de velocidades máximas Euro 2</i>	74
<i>Tabla 7: TABLA de velocidades máximas Canteadora 1</i>	75
<i>Tabla 8: Tabla de velocidades máximas Canteadora 2</i>	76
<i>Tabla 9: Tabla de velocidades máximas Resierra 1</i>	77
<i>Tabla 10: Tabla de velocidades máximas Resierra 2</i>	77
<i>Tabla 11: Tabla de velocidades máximas Resierra 2</i>	79
<i>Tabla 12: Velocidades potenciales largo 4 metros, calidad regular</i>	82
<i>Tabla 13: Velocidades potenciales del Aserradero Viñales</i>	83
<i>Tabla 14: Tabla principales problemas detectados</i>	101
<i>Tabla 15: Informe de Capacidad de línea entregado por el Sistema de Información</i>	102
<i>Tabla 16: Detalla las diferencias encontradas de la tabla anterior</i>	103
<i>Tabla 17: Formulario de registro de velocidades</i>	105
<i>Tabla 18: Resultados Mediciones de Velocidad</i>	106
<i>Tabla 19: Tabla de registro fallas de Fence</i>	117
<i>Tabla 20: Tiempos muertos subsuelo agrupados por diámetro y rendimiento</i>	127
<i>Tabla 21: Tabla de parámetros de basa y base de laterales</i>	129
<i>Tabla 22: Resultados cálculo de configuración óptima para un determinado diámetro y producto</i>	130
<i>Tabla 23: Comparación tiempos muertos Octubre – Noviembre</i>	143
<i>Tabla 24: Comparación tiempos muertos Quad entre Octubre y Noviembre</i>	145
<i>Tabla 25: Comparación Tiempos muertos Octubre Noviembre Subsuelo</i>	145
<i>Tabla 26: Cuadro Comparativo tiempos muertos Grupo 1, Octubre – Noviembre</i>	147
<i>Tabla 27: Comparación tiempos muertos Chipper 2 Octubre – Noviembre</i>	148
<i>Tabla 28: Mediciones de velocidad de línea en vacío luego de implementar soluciones</i>	150
<i>Tabla 29: Velocidades medidas por transporte luego de implementación de soluciones</i>	152
<i>Tabla 30: Cálculo aumento de la producción</i>	158
<i>Tabla 31: Beneficio por ahorro en costos fijos unitarios del aserradero</i>	159
<i>Tabla 32: Confección patrón de corte Regular alternativa 1</i>	167
<i>Tabla 33: Confección patrón de corte Regular alternativa 2</i>	167
<i>Tabla 34: Confección patrón de corte Podado alternativa 1</i>	168
<i>Tabla 35: Confección patrón de corte Podado alternativa 2</i>	168
<i>Tabla 36: Promedio de velocidad por equipo de transporte</i>	171

*Tabla 37: Tabla de equipos del aserradero* \_\_\_\_\_ 185

*Tabla 38: Tabla de sub equipos del aserradero* \_\_\_\_\_ 186

*Tabla 39: Tabla de síntomas del aserradero* \_\_\_\_\_ 187

## GLOSARIO DE TÉRMINOS IMPORTANTES

- **Rollizo:** trozo de madera de un árbol apto para el trabajo en el aserradero
- **Esquema de corte:** Configuración de productos a producir sobre un rollizo determinado, la configuración más común la conforma una basa acompañada de laterales (1 y 2) a su alrededor
- **Basa:** Pieza central del esquema de corte, esta pieza define la altura de corte del esquema
- **Lateral 1:** Piezas de madera que se ubican tanto a la izquierda como derecha de la basa central
- **Lateral 2:** Piezas de madera que se ubican tanto sobre como debajo de la basa central
- **Altura de corte:** Distancia máxima (en mm) que se abren las sierras de la máquina Euro 1 al cortar el rollizo.
- **GAP:** Distancia entre un rollizo y otro a la entrada del aserradero (específicamente en el grupo 1) esta distancia es programada por el operador
- **Semibasa:** Corresponde al rollizo luego que han cortado los laterales 1, por la máquina principal (Quad).
- **Matriz:** corresponde a un conjunto de basas que por conveniencia no se separan durante el proceso de corte, generalmente se agrupan en patio para luego reingresarlas para su separación definitiva.