



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E
INDUSTRIAL**

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Tema:

**ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE
LOS PROCESOS PRODUCTIVOS EN LA EMPRESA ARBORIENTE S.A.**

Trabajo de titulación modalidad Proyecto de Investigación, presentado previo a la
obtención del título de Ingeniero Industrial

ÁREA: Producción y Operaciones

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Diseño, materiales y producción

AUTOR: Johan Dayan Flores Nuñez

TUTOR: Ing. Christian Ismael Ortiz Sailema, Mg.

Ambato - Ecuador

febrero – 2024

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del trabajo de titulación con el tema: ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA LA OPTIMIZACION DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS EN LA EMPRESA ARBORIENTE S.A., desarrollado bajo la modalidad Proyecto de Investigación por el señor Johan Dayan Flores Nuñez, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, me permito indicar que el estudiante ha sido tutorado durante todo el desarrollo del trabajo hasta su conclusión, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 17 del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato y el numeral 6.3 del instructivo del reglamento referido.

Ambato, febrero 2024.

Ing. Christian Ismael Ortiz Sailema, Mg.

TUTOR

AUTORÍA

El presente trabajo de titulación con el tema: ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS EN LA EMPRESA ARBORIENTE S.A. es absolutamente original, auténtico y personal y ha observado los preceptos establecidos en la Disposición General Quinta del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, febrero 2024.



Johan Dayan Flores Nuñez

C.C. 1600867962

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato para que reproduzca total o parcialmente este trabajo de titulación dentro de las regulaciones legales e institucionales correspondientes. Además, cedo todos mis derechos de autor a favor de la institución con el propósito de su difusión pública, por lo tanto, autorizo su publicación en el repositorio virtual institucional como un documento disponible para la lectura y uso con fines académicos e investigativos de acuerdo con la Disposición General Cuarta del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, febrero 2024.



Johan Dayan Flores Nuñez

C.C. 1600867962

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de par calificador del informe final del trabajo de titulación presentado por el señor Johan Dayan Flores Nuñez, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, titulado ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS EN LA EMPRESA ARBORIENTE S.A., nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 19 del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato y el numeral 6.4 del instructivo del reglamento referido. Para cuya constancia suscribimos, conjuntamente con la señora Presidente del Tribunal.

Ambato, febrero 2024.

Ing. Elsa Pilar Urrutia Urrutia, Mg.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Daysi Ortiz Guerrero, Mg.
PROFESOR CALIFICADOR

Ing. Sandra Carrillo Ríos, Mg.
PROFESOR CALIFICADOR

DEDICATORIA

Con profundo agradecimiento, dedico este trabajo principalmente a Dios, quien ha guiado cada paso de mi formación profesional y me ha brindado la fortaleza necesaria para seguir adelante.

A mis amados padres, Ítalo y Mirian, les debo mi éxito; su amor, sacrificio y apoyo constante han sido mi fuente de inspiración en todo momento, enseñándome a perseverar hasta alcanzar mis metas.

A mi querido hermano, por ser mi compañero inquebrantable, y a mis abuelos, cuyo legado de sabiduría y amor perdura en cada logro.

A mis docentes, compañeros y amigos, con quienes he tenido la oportunidad de aprender y compartir experiencias inolvidables, les agradezco su valiosa contribución a mi crecimiento académico y personal.

Johan Dayan Flores Nuñez

AGRADECIMIENTO

A mis padres y a toda mi familia, especialmente a mi querida madre Mirian Nuñez, por su amor incondicional, por nunca rendirse conmigo estando en las buenas y malas y por ser la mujer que merece todos mis logros. Agradezco a la vida por tener a la madre más extraordinaria y hermosa del mundo.

Expreso mi sincero agradecimiento a la Universidad Técnica de Ambato por proporcionarme una educación excepcional. Su dedicación a la excelencia académica ha sido fundamental para mi desarrollo profesional.

Agradezco al personal de Arboriente S.A. y al Ing. Marco David por la apertura y confianza brindada para la realización de este proyecto.

A mi tutor de tesis, Ing. Christian Ortiz, por su orientación y conocimiento, y un especial agradecimiento a la Ing. Daysi Ortiz por su apoyo y compartir sus conocimientos profesionales conmigo.

Johan Dayan Flores Nuñez

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PORTADA	i
APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
AUTORÍA	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS	xxii
ÍNDICE DE ANEXOS	xxv
RESUMEN EJECUTIVO	xxvi
ABSTRACT	xxvii
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO	1
1.1 Tema de investigación	1
1.1.1 Planteamiento del problema	1
1.2 Antecedentes investigativos	3
1.3 Fundamentación teórica	6

1.3.1 Ingeniería de Métodos.....	6
1.3.2 Estudio del trabajo.....	7
1.3.3 Técnicas para el estudio de métodos.....	7
1.3.4 Simbología utilizada en los diagramas de análisis de proceso.....	8
1.3.5 Diagrama de flujo de procesos.....	9
1.3.6 Cursograma Analítico.....	11
1.3.7 Medición del trabajo.....	12
1.3.8 Estudio de tiempos y movimientos.....	12
1.3.9 Numero de observaciones.....	13
1.3.10 Factor de desempeño.....	15
1.3.11 Tiempo normal o básico.....	15
1.3.12 Tiempo Estándar.....	16
1.3.13 Suplementos.....	16
1.3.14 Capacidad de Producción.....	17
1.3.15 Mejora de proceso.....	18
1.3.16 Diagrama de actividades múltiples.....	18
1.4 Objetivos.....	19
1.4.1 Objetivo general.....	19
1.4.2 Objetivos específicos.....	19
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	20
2.1 Materiales.....	20

2.2 Métodos.....	21
2.2.1 Modalidad de la investigación	21
2.2.2 Población y muestra	23
2.2.3 Recolección de información.....	24
2.2.4 Procesamiento y análisis de datos	25
CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
3.1 Información de la empresa Arboriente S.A.....	27
3.1.1 Historia de la empresa Arboriente S.A.....	27
3.1.2 Misión	28
3.1.3 Visión	28
3.1.4 Valores corporativos	28
3.1.5 Política de gestión integrada	29
3.1.6 Objetivos de la política de gestión integrada	30
3.1.7 Ubicación geográfica de la empresa	30
3.1.8 Datos informativos de la empresa	31
3.1.9 Estructura estructural de la empresa	31
3.1.10 Layout general de la planta de producción de Arboriente S.A.	31
3.1.11 Producto ofertado	34
3.2 Descripción del proceso productivo.....	34

3.2.1 Obtención de la materia prima	34
3.2.2 Almacenamiento y selección de trozas	35
3.2.3 Descortezado de trozas.....	36
3.2.4 Desenrollado de trozas	37
3.2.5 Cizallado de caras e intermedios.....	37
3.2.6 Secado de caras e intermedios.....	38
3.2.7 Encolado.....	40
3.2.8 Prensado	41
3.2.9 Acabados	42
3.3 Diagnóstico de la situación actual.....	43
3.4 Levantamiento de información de las etapas productivas en el área de desenrollado	45
3.4.1 Distribución actual del área de desenrollado	45
3.4.2 Fichas de levantamiento de procesos	47
3.4.3 Diagrama de flujo general del área de desenrollado	65
3.4.4 Recursos utilizados en el área de desenrollado	67
3.4.5 Mano de obra.....	70
3.4.6 Cursogramas analíticos y diagramas de recorrido del proceso de almacenamiento y selección de trozas	71
3.4.7 Cursogramas analíticos del proceso de descortezado de trozas	80
3.4.8 Cursogramas analíticos y diagramas de recorrido del proceso de desenrollado de trozas	82

3.5 Estudio de tiempos	86
3.5.1 Instrumentos de medición	86
3.5.2 Procedimiento para el estudio de tiempos.....	86
3.5.3 Número de observaciones	86
3.5.4 Valoración del ritmo de trabajo.....	95
3.5.5 Codificación y cálculo del tiempo normal	104
3.5.6 Cálculo de suplementos.....	118
3.5.7 Cálculo del tiempo estándar	126
3.5.8 Análisis del proceso de almacenamiento y selección de trozas	132
3.5.9 Análisis del proceso de descortezado de trozas	138
3.5.10 Análisis del proceso de desenrollado de trozas.....	140
3.5.11 Resumen del tiempo de ciclo del proceso de descortezado y desenrollado..	143
3.5.12 Capacidad de producción actual en el área de desenrollado	144
3.5.13 Resumen de la capacidad de producción del proceso de descortezado y desenrollado	149
3.6 Propuesta de mejora	151
3.6.1 Rediseño del layout para el proceso de almacenamiento y selección de trozas 151	
3.6.2 Método de trabajo propuesto.....	166
3.6.3 Manual de procedimientos	181
CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	248
4.1 Conclusiones	248

4.2 Recomendaciones.....	249
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	251
ANEXOS	256

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Simbología utilizados en los diagramas de análisis de proceso	9
Tabla 2. Simbología utilizada en el diagrama de flujo.....	10
Tabla 3. Tolerancias o suplementos según la OIT	17
Tabla 4. Materiales empleados en el proyecto de investigación	20
Tabla 5. Población del área de desenrollado	23
Tabla 6. Objetivos, método e instrumento de recolección de información.....	25
Tabla 7. Valores Corporativos Arboriente S.A.	29
Tabla 8. Objetivos de la política de gestión integrada	30
Tabla 9. Datos informativos de la empresa.....	31
Tabla 10. Ficha de levantamiento de procesos – Almacenamiento de trozas.....	47
Tabla 11. Ficha de levantamiento de procesos – Selección de trozas/Peladora.....	49
Tabla 12. Ficha de levantamiento de procesos – Selección de trozas/Debarker.....	51
Tabla 13. Ficha de levantamiento de procesos – Gestión de residuos	54
Tabla 14. Ficha de levantamiento de procesos – Descortezado de trozas/Peladora ..	56
Tabla 15. Ficha de levantamiento de procesos – Descortezado de trozas/Debarker .	58
Tabla 16. Ficha de levantamiento de procesos – Desenrollado de trozas/Torno Cremona	60
Tabla 17. Ficha de levantamiento de procesos – Desenrollado de trozas/Torno Benecke	64
Tabla 18. Recursos utilizados en el área de desenrollado	67

Tabla 19. Trabajadores del área de desenrollado	71
Tabla 20. Cursograma analítico del almacenamiento de trozas	72
Tabla 21. Cursograma analítico de la selección de trozas para la Peladora.....	74
Tabla 22. Cursograma analítico de la selección de trozas para la máquina Debarker	76
Tabla 23. Cursograma analítico de la gestión de residuos	78
Tabla 24. Cursograma analítico para el descortezado de trozas/ Peladora	80
Tabla 25. Cursograma analítico para el descortezado de trozas/ Debarker	82
Tabla 26. Cursograma analítico del desenrollado de trozas/ Torno Cremona	83
Tabla 27. Cursograma analítico del desenrollado de trozas/ Torno Benecke	85
Tabla 28. Numero de observaciones – Almacenamiento de trozas	89
Tabla 29. Numero de observaciones – Selección de trozas/ Peladora	90
Tabla 30. Numero de observaciones – Selección de trozas/ Debarker	91
Tabla 31. Numero de observaciones – Descortezado de trozas / Peladora.....	92
Tabla 32. Numero de observaciones – Descortezado de trozas / Debarker.....	93
Tabla 33. Numero de observaciones – Desenrollado de trozas / Torno Cremona.....	94
Tabla 34. Numero de observaciones – Desenrollado de trozas / Torno Benecke.....	95
Tabla 35. Factor de desempeño - Almacenamiento de trozas.....	97
Tabla 36. Factor de desempeño - Selección de trozas/ Peladora	98
Tabla 37. Factor de desempeño - Selección de trozas/ Debarker	99
Tabla 38. Factor de desempeño – Gestión de residuos	100
Tabla 39. Factor de desempeño - Descortezado de trozas/ Peladora	101

Tabla 40. Factor de desempeño - Descortezado de trozas/ Debarker	102
Tabla 41. Factor de desempeño – Desenrollado de trozas/ Torno Cremona	103
Tabla 42. Factor de desempeño – Desenrollado de trozas/ Torno Benecke	104
Tabla 43. Codificación de actividades – Almacenamiento de trozas.....	105
Tabla 44. Tiempo Normal - Almacenamiento de trozas	106
Tabla 45. Codificación de actividades – Selección de trozas/ Peladora	107
Tabla 46. Tiempo Normal - Selección de trozas/ Peladora.....	108
Tabla 47. Codificación de actividades – Selección de trozas/ Debarker	109
Tabla 48. Tiempo Normal - Selección de trozas/ Debarker.....	110
Tabla 49. Codificación de actividades – Gestión de residuos.....	111
Tabla 50. Tiempo Normal – Gestión de residuos	111
Tabla 51. Codificación de actividades – Descortezado de trozas / Peladora.....	112
Tabla 52. Tiempo Normal - Descortezado de trozas / Peladora	113
Tabla 53. Codificación de actividades – Descortezado de trozas / Debarker	114
Tabla 54. Tiempo Normal - Descortezado de trozas / Debarker.....	114
Tabla 55. Codificación de actividades – Desenrollado de trozas / Torno Cremona	115
Tabla 56. Tiempo Normal - Desenrollado de trozas / Torno Cremona	116
Tabla 57. Codificación de actividades - Desenrollado de trozas / Torno Benecke..	117
Tabla 58. Tiempo Normal - Desenrollado de trozas / Torno Benecke	118
Tabla 59. Suplementos – Almacenamiento de trozas	119
Tabla 60. Suplementos - Selección de trozas/ Peladora.....	120

Tabla 61. Suplementos – Selección de trozas/ Debarker	121
Tabla 62. Suplementos – Gestión de residuos	122
Tabla 63. Suplementos - Descortezado de trozas/ Peladora	123
Tabla 64. Suplementos - Descortezado de trozas/ Debarker.....	124
Tabla 65. Suplementos - Desenrollado de trozas/ Torno Cremona	125
Tabla 66. Suplementos - Desenrollado de trozas/ Torno Benecke	126
Tabla 67. Tiempo estándar – Almacenamiento de trozas	127
Tabla 68. Tiempo estándar – Selección de trozas/ Peladora.....	128
Tabla 69. Tiempo estándar – Selección de trozas/ Debarker.....	129
Tabla 70. Tiempo estándar – Gestión de residuos	129
Tabla 71. Tiempo estándar - Descortezado de trozas/ Peladora	130
Tabla 72. Tiempo estándar - Descortezado de trozas/ Debarker	130
Tabla 73. Tiempo estándar - Desenrollado de trozas/ Torno Cremona	131
Tabla 74. Tiempo estándar - Desenrollado de trozas/ Torno Cremona	132
Tabla 75. Tiempo de ciclo de las actividades del proceso de almacenamiento y selección de trozas.....	133
Tabla 76. Resumen de tiempos de ciclos del proceso de almacenamiento y selección de trozas	134
Tabla 77. Traslados realizados en el mes de noviembre	136
Tabla 78. Traslados de residuos en el mes de noviembre	136
Tabla 79. Distancias recorridas entre las zonas de trabajo del proceso de almacenamiento y selección de trozas	137

Tabla 80. Diagrama de actividades múltiples actual/ Peladora.....	139
Tabla 81. Diagrama hombre – máquina /Debarker.....	140
Tabla 82. Diagrama de actividades múltiples actual/ Torno Cremona	141
Tabla 83. Diagrama hombre – máquina /Torno Benecke	142
Tabla 84. Resumen del tiempo de ciclo del proceso de descortezado y desenrollado	143
Tabla 85. Tiempo disponible del proceso de descortezado.....	145
Tabla 86. Capacidad de producción – Descortezado de trozas/ Peladora.....	146
Tabla 87. Capacidad de producción – Descortezado de trozas/ Debarker.....	147
Tabla 88. Tiempo disponible en el proceso de desenrollado	148
Tabla 89. Capacidad de producción - Desenrollado de trozas/ Torno Cremona	148
Tabla 90. Capacidad de producción - Desenrollado de trozas/ Torno Benecke	149
Tabla 91. Resumen de la capacidad de producción del proceso de descortezado y desenrollado	149
Tabla 92. Magnitudes usadas para el cálculo de los nuevos tiempos referentes a la propuesta	154
Tabla 93. Cálculo de los nuevos tiempos referentes a la propuesta.....	155
Tabla 94. Distancias y tiempos de recorrido en la nueva distribución.....	156
Tabla 95. Resumen de las distancias recorridas de la distribución actual y de la propuesta	157
Tabla 96. Cursograma analítico propuesto para el almacenamiento de trozas	159
Tabla 97. Cursograma analítico propuesto de la selección de trozas para la Peladora	161

Tabla 98. Cursograma analítico propuesto de la selección de trozas para la Debarker	163
Tabla 99. Cursograma analítico propuesto de la gestión de residuos	165
Tabla 100. Matriz del proceso productivo y mejoras propuestas.....	167
Tabla 101. Cursograma analítico propuesto para el descortezado de trozas/ Peladora	171
Tabla 102. Cursograma analítico propuesto para el desenrollado de trozas/ Torno Cremona	173
Tabla 103. Diagrama de actividades múltiples propuesta/ Peladora.....	175
Tabla 104. Diagrama de actividades múltiples propuesta/ Torno Cremona	176
Tabla 105. Comparación de tiempos de ciclo del método actual y propuesto	177
Tabla 106. Cálculo de la capacidad de producción propuesta del proceso de descortezado/ Peladora.....	178
Tabla 107. Cálculo de la capacidad de producción propuesta del proceso de desenrollado/ Torno Cremona.....	179
Tabla 108. Resumen del cálculo de capacidades del método propuesto.....	180
Tabla 109. Capacidad de producción actual vs propuesto	180
Tabla 110. Encabezado de manual de procesos y procedimientos	182
Tabla 111. Ficha técnica de almacenamiento de trozas	188
Tabla 112. Procedimiento de almacenamiento de trozas	188
Tabla 113. Ficha técnica del indicador de tiempo de descarga.....	191
Tabla 114. Ficha técnica del indicador de índice de conformidad de trozas descargadas	191

Tabla 115. Ficha técnica de la selección de trozas para la máquina Peladora.....	195
Tabla 116. Procedimiento de la selección de trozas para la máquina Peladora.....	195
Tabla 117. Ficha técnica del indicador del índice de trozas seleccionadas de buena calidad	199
Tabla 118. Ficha técnica de la selección de trozas para la máquina Debarker	203
Tabla 119. Procedimiento de la selección de trozas para la máquina Debarker	203
Tabla 120. Ficha del indicador del índice de trozas seleccionadas de buena calidad	207
Tabla 121. Ficha técnica de la gestión de residuos	211
Tabla 122. Procedimiento de la gestión de residuos	211
Tabla 123. Ficha técnica del descortezado de trozas en la máquina Peladora.....	218
Tabla 124. Procedimiento del descortezado de trozas en la máquina Peladora.....	218
Tabla 125. Ficha técnica del indicador de trozas descortezadas por hora	221
Tabla 126. Ficha técnica del indicador del rendimiento de producción de descortezado.....	221
Tabla 127. Ficha técnica del descortezado de trozas en la máquina Debarker	225
Tabla 128. Procedimiento del descortezado de trozas en la Debarker.....	225
Tabla 129. Ficha técnica del indicador de trozas descortezadas por hora	227
Tabla 130. Ficha técnica del indicador del rendimiento de producción de descortezado.....	227
Tabla 131. Ficha técnica del desenrollado de trozas en el Torno Cremona.....	233
Tabla 132. Procedimiento del desenrollado de trozas en el Torno Cremona.....	233
Tabla 133. Ficha técnica del indicador de trozas desenrolladas por hora.....	238

Tabla 134. Ficha técnica del indicador de aprovechamiento de materia prima	238
Tabla 135. Ficha técnica del indicador de índice de utilización de capacidad.	239
Tabla 136. Ficha técnica del indicador de índice de conformidad de trozas	239
Tabla 137. Ficha técnica del indicador de índice de retiro de malformaciones en la troza.....	240
Tabla 138. Ficha técnica del desenrollado de trozas en el Torno Benecke.....	244
Tabla 139. Procedimiento del desenrollado de trozas en el Torno Benecke	244
Tabla 140. Ficha técnica del indicador del aprovechamiento de materia prima	247

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Técnicas o herramientas del estudio de trabajo [23]	7
Figura 2. Técnicas del estudio de trabajo [24]	8
Figura 3. Ejemplo de un diagrama de flujo [27]	10
Figura 4. Estructura general de un cursograma analítico [25]	11
Figura 5. Ábaco de Lifson.....	14
Figura 6. Método de Westinghouse	15
Figura 7. Diagrama de actividades múltiples.....	19
Figura 8. Arboriente S.A.....	27
Figura 9. Ubicación satelital de la empresa Arboriente S.A.....	30
Figura 10. Organigrama estructural de Arboriente S.A.....	32
Figura 11. Layout general de la planta de producción de Arboriente S.A.....	33
Figura 12. Tablero contrachapado.....	34
Figura 13. Obtención de la materia prima.....	35
Figura 14. Almacenamiento y selección de trozas.....	36
Figura 15. Descortezado de trozas	36
Figura 16. Desenrollado de trozas.....	37
Figura 17. Cizallado de caras e intermedios	38
Figura 18. Secado de caras e intermedios	39
Figura 19. Juntado de caras e intermedios	40
Figura 20. Encolado	41

Figura 21. Prensado.....	42
Figura 22. Acabados.....	43
Figura 23. Diagrama de Ishikawa del rendimiento deficiente en el área de desenrollado	44
Figura 24. Distribución actual del área de desenrollado	46
Figura 25. Flujograma general del área de desenrollado	66
Figura 26. Determinación del número de observaciones	88
Figura 27. Tiempos de ciclo del proceso de descortezado y desenrollado	143
Figura 28. Desplazamiento y abastecimiento de trozas al proceso de desenrollado	144
Figura 29. Capacidad de producción del proceso de descortezado y desenrollado .	150
Figura 30. Layout propuesto para el proceso de almacenamiento y selección de trozas	153
Figura 31. Distancia recorrida total actual vs propuesta	158
Figura 32. Tiempo de recorrido total actual vs propuesta.....	158
Figura 33. Tiempo de ciclo actual vs propuesto	178
Figura 34. Capacidad de producción actual vs propuesto.....	181
Figura 35. Flujograma de almacenamiento de trozas.....	190
Figura 36. Flujograma de la selección de trozas para la máquina Peladora	198
Figura 37. Flujograma de la selección de trozas para la máquina Debarker.....	206
Figura 38. Flujograma de la gestión de residuos.....	213
Figura 39. Flujograma del descortezado de trozas en la máquina Peladora	220
Figura 40. Flujograma del descortezado de trozas en la máquina Debarker	227

Figura 41. Flujograma del desenrollado de trozas en el Torno Cremona	237
Figura 42. Flujograma del desenrollado de trozas en el Torno Benecke	246

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. Entrevista no estructurada	256
Anexo B. Ficha de levantamiento del proceso	257
Anexo C. Formato de estudio de tiempos	258
Anexo D. Diagrama de recorrido actual para el Almacenamiento de trozas	259
Anexo E. Diagrama de recorrido actual para la selección de trozas para la Peladora	260
Anexo F. Diagrama de recorrido actual de la selección de trozas para la Debarker	261
Anexo G. Diagrama de recorrido actual de la gestión de residuos	262
Anexo H. Certificado de calibración del cronometro	263
Anexo I. Certificado de calibración de la cinta metrica.....	264
Anexo J. Diagrama de recorrido propuesto para el Almacenamiento de trozas	265
Anexo K. Diagrama de recorrido propuesto de la selección de trozas para la Peladora	266
Anexo L. Diagrama de recorrido propuesto de la selección de trozas para la Debarker	267
Anexo M. Diagrama de recorrido propuesto de la gestión de residuos	268

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de investigación tiene como propósito realizar un estudio de tiempos y movimientos para posteriormente plantear propuestas de mejora para los procesos productivos del área de desenrollado de la empresa Arboriente S.A. la cual se encuentra ubicada en la provincia de Pastaza, la cual se dedica a la fabricación y comercialización de tableros contrachapados.

La investigación se inicia con la recopilación de información de la empresa, la descripción detallada de los procesos productivos y un diagnóstico inicial realizado en el área de desenrollado mediante entrevistas no estructuradas con los supervisores de dicha área. Para este propósito, se emplearon fichas de levantamiento de procesos, cursogramas analíticos y diagramas de recorrido, lo que facilitó la identificación del método de trabajo utilizado en cada una de las actividades.

Posteriormente, se llevó a cabo un estudio de tiempos y movimientos con análisis correspondientes para cada subprocesso, determinando el tiempo de ciclo y la capacidad de producción. Se identificó que existen distancias excesivas entre las zonas de trabajo para el abastecimiento de material o la recolección de desechos, y se observó que el descortezado de trozas en la Peladora y el proceso de desenrollado de trozas en el Torno Cremona presentan tiempos de ciclo más prolongados.

Como propuesta de mejora, se sugiere el rediseño de las zonas de trabajo del proceso de almacenamiento y selección de trozas, lo cual resultó en mejoras sustanciales en eficiencia, logrando un ahorro del 25,87% en distancias improductivas. Además, se propone una nueva metodología de trabajo para eliminar actividades improductivas y reducir tiempos de ocio, generando un aumento porcentual en la capacidad productiva de la máquina peladora y el torno Cremona en un 19,74% y un 17,84%, respectivamente. Finalmente, se elaboró un manual de procedimientos con el objetivo de instruir a los operarios sobre el método de trabajo adecuado para estandarizar sus actividades.

Palabras clave: Estudio, tiempos, movimientos, eficiencia, rediseño.

ABSTRACT

The purpose of this research is to conduct a time and motion study and subsequently propose improvements for the productive processes in the unwinding area of Arboriente S.A., a company located in the Pastaza province dedicated to the manufacturing and commercialization of plywood panels.

The research begins with the collection of information about the company, a detailed description of the productive processes, and an initial diagnosis conducted in the unwinding area through non-structured interviews with area supervisors. To achieve this, process recording sheets, analytical flowcharts, and route diagrams were employed, facilitating the identification of the work method used in each activity.

Subsequently, a time and motion study with corresponding analyses was conducted for each subprocess, determining the cycle time and production capacity. It was identified that there are excessive distances between work zones for material supply or waste collection, and it was observed that the debarking of logs in the Peeler and the unwinding process of logs in the Cremona Lathe have longer cycle times.

As an improvement proposal, a redesign of the work zones for the storage and selection of logs is suggested, resulting in substantial improvements in efficiency, achieving a 25.87% saving in unproductive distances. Additionally, a new work methodology is proposed to eliminate unproductive activities and reduce idle times, leading to a percentage increase in the production capacity of the peeling machine and the Cremona lathe by 19.74% and 17.84%, respectively. Finally, a procedures manual was developed to instruct operators on the appropriate work method for standardizing their activities.

Keywords: Study, time, motion, efficiency, redesign

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

1.1 Tema de investigación

ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS EN LA EMPRESA ARBORIENTE S.A.

1.1.1 Planteamiento del problema

Hoy en día, ser rentable en un mercado en constante evolución y cada vez más competitivo exige una rápida adaptación al mismo y a las expectativas de los clientes. En realidad, la calidad, la productividad y los precios son cuestiones esenciales en la sociedad actual en todos los sectores de la economía mundial, de tal manera de que muchas empresas deben tomar decisiones para asegurar su existencia en su sector, por lo que, para sobrevivir y prosperar en este entorno de competencia real, es fundamental que las empresas estén preparadas para responder con rapidez a la evolución del mercado y satisfacer las expectativas de sus clientes [1].

Se estima que la producción en todo el mundo consume una cantidad considerable de recursos y produce una cantidad masiva de desechos, sobre todo para las empresas que manufacturan productos [2]. Estas empresas necesitan aprender y aplicar nuevas estrategias organizativas y de producción si quieren competir en un mercado global, por lo tanto, esto es decisivo para superar las numerosas dificultades a las que se enfrentan, como la exigencia de ofrecer plazos de entrega más rápidos, desarrollar y mejorar constantemente sus productos, producir en lotes más reducidos con mayor frecuencia, ofrecer costes competitivos y reducir el porcentaje de productos defectuosos [3].

A nivel global las empresas, independientemente de su tamaño o localización, se encuentran con una serie de problemas en sus procesos productivos que disminuyen la eficiencia de la producción y por tanto la rentabilidad de la empresa[4]. En este sentido, la falta de planificación y organización de los procesos provoca retrasos y pérdidas de tiempo en los procesos, tiempos improductivos derivados del exceso de desplazamientos y transportes provocados por una incorrecta distribución de los

puestos de trabajo, falta de estandarización de los tiempos en las actividades que ocasiona retrasos en la producción, y exceso de procesos que desperdicia valiosos recursos son algunos de los inconvenientes más frecuentes[5]; en respuesta a esta situación, las empresas han decidido utilizar herramientas diseñadas para reducir el despilfarro y aumentar la eficiencia operativa, tales como el estudio de tiempos y movimientos, asociado a la aplicación de la manufactura esbelta, que ha dado lugar a una filosofía de técnicas de gestión eficiente[4][5].

En la actualidad, es común observar que varias empresas pertenecientes a la industria maderera presentan limitaciones debido a la falta de equipos adecuados, dando como resultado una disminución en su capacidad productiva debido a los tiempos muertos, lo que ocasiona la necesidad de contar con mano de obra mejor capacitada para suplir estas falencias[6]. La influencia de la experiencia y normas extranjeras en la industria maderera en el Ecuador ha permitido aplicar procesos repetitivos a productos con calidades similares, por lo cual, para incrementar su producción, tanto las medianas como las grandes empresas dedicadas a la extracción y comercialización de madera se encuentran con una serie de inconvenientes en la cadena de producción, por lo que es preciso eliminar para aumentar el rendimiento de los procesos e impulsar la rentabilidad de las empresas[7].

En Ecuador, muchas industrias tienen dificultades para gestionar sus operaciones, lo que repercute negativamente en sus niveles de producción, ya que la ausencia de herramientas y técnicas efectivas es una de las razones de este inconveniente, de forma que las empresas no pueden obtener beneficios más flexibles para satisfacer las demandas de sus clientes, tanto internos como externos; además, muchas empresas operan de forma empírica y se resisten al cambio, lo que conlleva a una mala disposición de las operaciones, generación de largos tiempos de producción, movimientos innecesarios y operaciones que no agregan valor[8].

Por lo tanto, las industrias ecuatorianas se encuentran en una continua búsqueda de mejora con la finalidad de contar con propuestas que se adapten a sus necesidades; en las cuales se garanticen prácticas seguras y procedimientos en los que se supriman los tiempos improductivos considerando aspectos de eficiencia y eficacia en la operación, por lo cual se han visto en la necesidad de implementar herramientas tales como el

estudio de tiempos y movimientos, asociado a la aplicación de la manufactura esbelta, las cuales han facilitado a diversas empresas en efectuar correcciones a estas falencias en los operarios, sin embargo, existen pensamientos negativos que consideran que la implementación estas estrategias es algo complejo y trabajoso de realizar[9][10].

Arboriente S.A. es una empresa dedicada a la fabricación de tablero contrachapado que se centra en mantener altos estándares de calidad en sus productos. Apuesta por la sostenibilidad y la innovación en sus procesos productivos, cuenta con certificaciones de gestión forestal responsable que ofrecen un entorno de trabajo seguro como saludable para sus trabajadores. En definitiva, es una empresa comprometida con la calidad al igual que con la sostenibilidad en el sector maderero ecuatoriano.

Sin embargo, dentro de sus líneas de producción en el área de desenrollado se presenta un problema debido a la falta de un orden adecuado que afecta el desenvolvimiento de las operaciones y se ve reflejado en la cantidad de tiempo que los operarios tardan en completar tareas específicas. La falta de estándares de tiempo en las actividades de producción contribuye a la existencia de tiempos improductivos y de ocio excesivo, lo que en conjunto resulta en bajos niveles de productividad como también el desconocimiento de la capacidad real de producción por parte de la alta dirección de la empresa, puesto que en ciertas ocasiones para cubrir la producción planificada el personal trabaja horas extras lo que ocasiona un coste adicional para la empresa y retrasos en la entrega de materia prima a sus clientes internos.

1.2 Antecedentes investigativos

Se han utilizado varios estudios relacionados con la problemática planteada como referencia en la presente investigación, incluyendo trabajos de pregrado y artículos científicos, que servirán como punto de partida para la elaboración del trabajo de grado.

Hoy en día, un estudio de tiempo y movimiento es fundamental en todos los entornos de trabajo, incluidas las industrias competitivas, las empresas, los laboratorios y los centros de investigación que desean reducir costes mediante la estandarización de sus operaciones; también está muy relacionado con la idea de productividad, ya que su

objetivo es proporcionar metodologías para cualquier tarea o actividad necesaria para la creación de un producto o servicio a la hora de introducir nuevos métodos de trabajo; se trata de una técnica imprescindible que hoy en día no recibe el reconocimiento que merece, a pesar de ser un elemento crucial para conseguir un trabajo de forma eficiente y eficaz [11][12].

Aplicar el estudio del trabajo parece sencillo a primera vista, ya que se dispone de un método sistemático para aumentar la productividad en una organización que procura estudiar e indagar todos los factores que influyen en la eficacia del rendimiento; hay que tener en consideración que este método debe ser desarrollado de acuerdo con los requerimientos necesarios o, de lo contrario, no repercutirá ni mejorará los procesos que se están optimizando, razón por la cual es común mencionar diversos temas como las condiciones de trabajo, análisis de operaciones, diagramas de procesos, entre otros [13].

En el trabajo de investigación realizado en la empresa Interforest S.A.C. con el objetivo de mejorar los tiempos de ciclo, se ha realizado un estudio de tiempos y movimientos cuya propuesta de solución es eliminar las causas raíz del problema de baja eficiencia de la línea de producción de tableros de melanina. En base a la metodología aplicada en este trabajo como el estudio de métodos y la teoría de restricciones, se mejoraron los tiempos de ciclo de los procesos de corte y canteado, aumentando la eficiencia de la línea; esta se incrementó del 53% al 65% como resultado de la mejora [14].

Por otra parte, un artículo realizado en las empresas de paletteras de la provincia de El Oro permitió identificar los tiempos de ciclo, la disponibilidad de cada máquina, el número de operarios y el número de máquinas utilizadas en cada proceso, con la aplicación de herramientas de manufactura esbelta para reducir el tiempo y los desperdicios en la cadena de producción. A partir de la correspondiente investigación y el análisis de tiempos y movimientos, se descubrieron las fuentes de despilfarro en cada uno de los procesos mencionados para reducir el tiempo de ciclo en el proceso de producción de pallets en un 15% [15].

Asimismo, con el estudio de tiempos y movimientos, SIPOC y mediante la herramienta Value Stream Mapping (VSM) se han identificado actividades que no agregan valor y

que afectan al sistema de producción de láminas de madera de 4mm en una empresa del sector maderero, por lo que el trabajo realizado está enfocado la reducción de tiempos y los desperdicios de su respectiva línea de producción. La metodología utilizada en este estudio comienza con la recopilación de datos, la elección de la línea de producción, la realización de un diagnóstico de la línea, la propuesta de mejora correspondiente y su aplicación. Como resultado de esta investigación el tiempo de ciclo agregado por la espera en el proceso de secado ha sido reducido en un 8 %, se incrementó la eficiencia de equipos en el proceso de torneado al 100%, en el proceso de escuadrado la eficiencia se incrementó 78,33 % al 83,3 % y el tiempo de ciclo del proceso de alistamiento de material se redujo en 34,68 % [16].

De igual forma, en un estudio desarrollado por [17], se han realizado mejoras en la producción de tarimas flotantes en las líneas de corte, destacando la importancia de aplicar la metodología SMED como herramienta para alcanzar una reducción de tiempo. Así, para mejorar el proceso de preparación, se han introducido varios cambios para organizar los puestos de trabajo situando las herramientas en los lugares adecuados, modificar el movimiento del operario, disponer nuevas instrucciones en las líneas de trabajo, convertir tareas internas en externas; logrando reducir el número de operarios de 3 a 2 y con una reducción del 15% de tiempo que se empleaba en la línea de corte.

A partir del artículo [18], realizado en una empresa de productos lácteos con la finalidad de reducir o eliminar retrasos, tareas innecesarias y tiempos excesivos, se implementaron diversas herramientas y metodologías para mejorar la eficiencia. Entre ellas, el sistema ABC, el estudio de tiempos y movimientos con sistema de incentivos, las células de fabricación, el manual de procedimientos y el Kardex; los cuales fueron previamente evaluados y seleccionados como las mejores soluciones. Con la metodología aplicada se consiguió una reducción del 6,03% en los tiempos estándar de los procesos, incidiendo sobre todo en el almacén, donde la búsqueda de artículos generaba tiempos significativos; la clasificación de los artículos según su importancia y rotación, designando como "A" los productos más relevantes y frecuentes, supuso una reducción del 70% en los tiempos y distancias de búsqueda.

En el artículo [19], realizado en la industria del calzado "Facalsa" de Ambato, se analizó la productividad de los procesos de la línea de producción en relación con la mano de obra. En el estudio se identificaron tiempos muertos que afectaban a la eficiencia operativa y, para solucionarlo, se implantaron herramientas y metodologías, como un estudio de tiempos y un análisis del trabajo centrado en la mano de obra de cada proceso, además de la metodología de estandarización. Dichas mejoras se plasmaron en una reducción del tiempo de ciclo de un lote de 1879,42 minutos a 1795,165 minutos, lo que supone una disminución de 84,255 minutos. Este aprovechamiento del tiempo de ciclo se tradujo en mejoras considerables de los índices de productividad en 30.6% y del tiempo de respuesta de la línea a las necesidades de los clientes.

En otro caso de estudio realizado en una industria refresquera de Sinaloa, en el cual existían problemas en el proceso de llenado y en el desestibado, generando acumulación de botellas y cajas atascadas, lo que ocasionaba retrasos en la producción. Sin embargo, a través de la metodología aplicada, misma que incluyó un análisis detallado de las operaciones para conocer cada máquina según su respectivo manual y el estudio de tiempos, fue posible obtener información fundamental sobre las fallas de mayor impacto que generaban no productivos. Además, se realizó un análisis de los tiempos de proceso predeterminados mediante técnicas de análisis de tiempos MTM y MOST. De esta forma, tanto el proceso de llenado se consiguió reducir de 1 minuto a 0,22 minutos, mientras que en el proceso de desestibado pasó de 1,15 minutos a 0,45 minutos, lo que permitió optimizar los procesos productivos [20].

1.3 Fundamentación teórica

1.3.1 Ingeniería de Métodos

La filosofía de la ingeniería de métodos consiste en examinar, diseñar y mejorar los procedimientos de trabajo de una organización con el objetivo de aumentar la productividad, así como la eficacia; utiliza herramientas como el estudio de tiempos, la distribución en planta y la estandarización para mejorar los métodos de producción. Las actividades que se desarrollan para alcanzar su objetivo son:

- Seleccionar el mejor método para llevar a cabo las tareas.
- Estandarizar la forma en que se utilizan las herramientas, el equipo, los suministros y otros recursos.
- Determinar la cantidad de tiempo necesaria para completar las tareas.
- Recabar la colaboración de los trabajadores para desarrollar el mejor método [21].

1.3.2 Estudio del trabajo

El estudio del trabajo, definido como el análisis sistemático de los diferentes métodos específicos de una actividad con la finalidad de mejorar la eficacia de los recursos y establecer estándares de desempeño de las actividades que se desarrollan, constituye una de las técnicas más utilizadas para superar estas deficiencias y aumentar la productividad de los trabajadores [22].

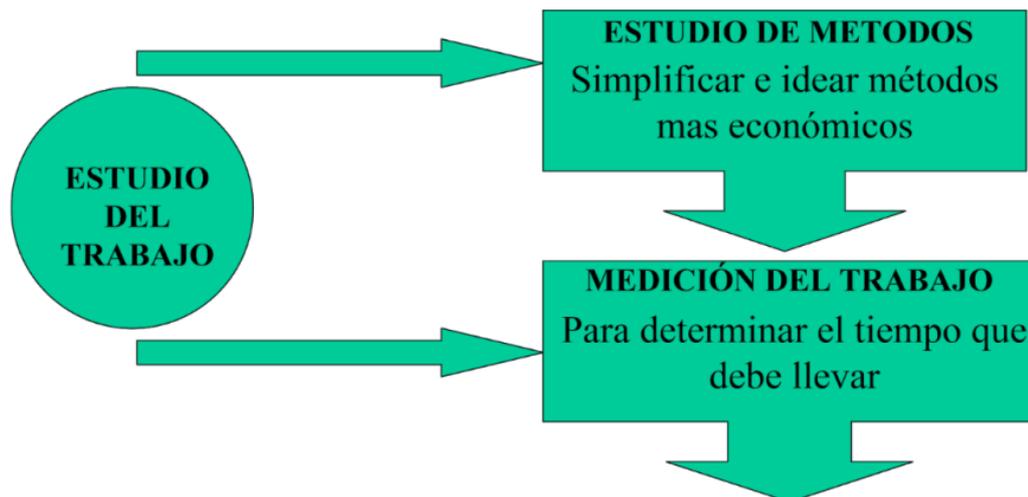


Figura 1. Técnicas o herramientas del estudio de trabajo [23]

1.3.3 Técnicas para el estudio de métodos

Presentar la información relevante para el proceso de forma clara y lógica es importante tanto para diseñar un nuevo entorno de trabajo y mejorar uno que ya está

en funcionamiento. Existen varias técnicas para mostrar la información relacionada con el proceso actual, las más eficaces de las cuales son los gráficos y diagramas [24].

- a. **Gráficos:** Se emplean para registrar una secuencia de eventos o acontecimientos en el orden en que se suceden.
- b. **Diagramas:** Permiten representar los movimientos y/o las relaciones entre los mismos con mayor precisión con respecto a los gráficos.

En la Figura 2 se presenta de manera detallada la clasificación de las técnicas del estudio de trabajo.

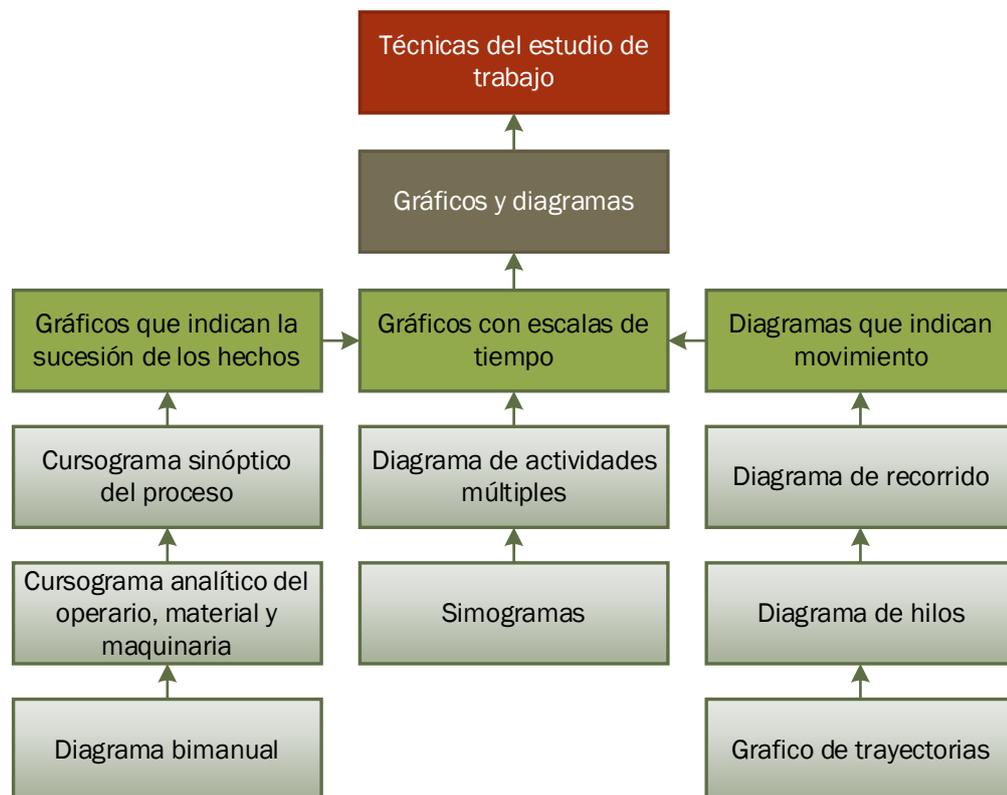


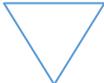
Figura 2. Técnicas del estudio de trabajo [24]

1.3.4 Simbología utilizada en los diagramas de análisis de proceso

Esta simbología es propuesta por la Sociedad American de Ingenieros Mecánicos (ASME), con la finalidad de facilitar el estudio del proceso de fabricación de cualquier producto ya que por medio de esta simbología se puede representar de manera eficiente la secuencia de las actividades de cualquier proceso de producción [25]. Los símbolos

más comunes utilizados en los diagramas de análisis de proceso se pueden observar en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Tabla 1. Simbología utilizados en los diagramas de análisis de proceso [25]

Símbolo	Actividad	Descripción
	Operación	Representa las operaciones básicas que transforman los materiales u objetos como parte de cada proceso.
	Transporte	Indica movimiento sea de un producto, trabajador o materiales.
	Inspección	Se refiere a las acciones de evaluación de los recursos o productos (en términos de calidad o cantidad).
	Demoras	Es la representación de un trabajo que se interrumpe o se abandona brevemente.
	Almacenamiento	Se trata de la ubicación de la producción o el material, preferentemente en almacenes.
	Operación combinada	Cuando se ejecutan dos de las acciones mencionadas al mismo tiempo.

1.3.5 Diagrama de flujo de procesos

En ingeniería industrial, el diagrama de flujo es una representación visual y sistemática que desglosa los procesos operativos desde la materia prima hasta el producto final. Se trata de una herramienta fundamental que utiliza símbolos en forma de geometría y líneas para representar con claridad y precisión cada etapa del proceso; además de su función descriptiva, el diagrama de flujo facilita la comprensión al proporcionar una perspectiva global de la secuencia de actividades [26].

Por otra parte, este método gráfico constituye no sólo una guía visual, sino una herramienta estratégica para detectar las áreas susceptibles de mejora, optimizar la eficacia y garantizar la calidad en la producción industrial [26].

Además de identificar a las personas o departamentos encargados de ejecutar cada tarea, este tipo de diagramas emplea una simbología específica para representar diversos elementos y acciones que se presenta en la **¡Error! No se encuentra el origen d e la referencia..**

Tabla 2. Simbología utilizada en el diagrama de flujo

Símbolo	Actividad	Descripción
	Inicio o fin	Define el inicio o fin del diagrama de flujo.
	Inspección	Define la verificación de las especificaciones de un objeto o producto
	Operación	Define una actividad o una etapa del procedimiento.
	Decisión	Define una decisión o una interrogante que debe ser respondida.
	Dirección del flujo del proceso	Define la secuencia de las actividades.
	Documento	Define un documento que se genera al ingresar o salir del proceso.

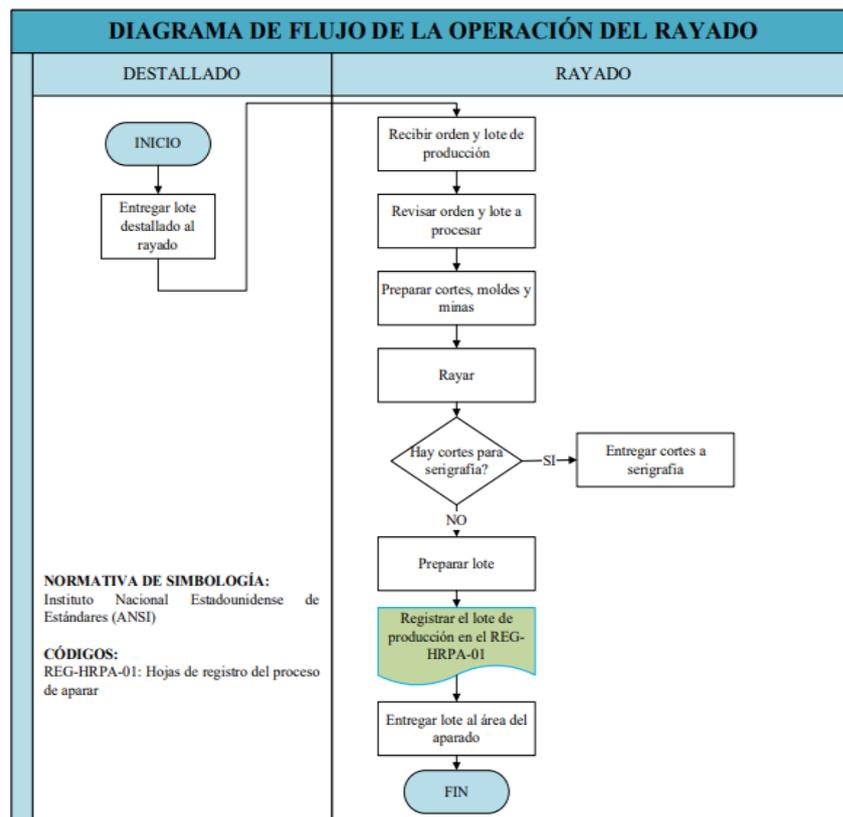


Figura 3. Ejemplo de un diagrama de flujo [27]

1.3.6 Cursograma Analítico

Un cursograma analítico, también conocido como diagrama de flujo, muestra a detalle la secuencia que siguen los distintos elementos de un proceso en la que se incluyen todos sus símbolos (operación, transporte, demora e inspección). Es una herramienta más eficaz, ya que permite tener una perspectiva más amplia de la trayectoria y de lo que ocurre en cada etapa del proceso; todos los símbolos mencionados anteriormente se utilizan en el cursograma analítico, pero siempre deben indicarse en un orden preciso [28].

Existen tres tipos de cursogramas analíticos:

- **Cursograma del operario:** Se registra lo que hace la persona que trabaja.
- **Cursograma del material:** Se registra como se manipula la materia prima.
- **Cursograma del equipo:** Se registra como se usa el equipo.

Cursograma analítico				Operario/Material/Equipo						
Diagrama número:		Hoja número:		Resumen						
Operación analizada:				Actividad:	Actual	Propuesto				
Actividad:				Operaciones						
Método actual				Transporte						
Lugar:				Demoras						
Operario:				Inspecciones						
Hecho por:				Almacenajes						
				Tiempo						
				Distancia						
Descripción	Cantidad	Distancia (metros)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones	
				○	⇒	D	□	▽		
Operación 1				○						
Operación 2					⇒					
Inspección 1						D				
Transporte 1							□			
Demora 1								▽		
Inspección 2						D				
Operación 3					○					
Transporte 2						⇒				
Inspección 3							D			
Operación 3					○					
Transporte 3						⇒				
Almacenaje 1							□			

Figura 4. Estructura general de un cursograma analítico [25]

1.3.7 Medición del trabajo

El objetivo de la medición del trabajo son los estándares; esta técnica permite establecer un estándar para la cantidad de tiempo que se concede a cada trabajador para completar una tarea, basándose en un limitado número de observaciones[22]. Los expertos en estudios de tiempos emplean diversos métodos para crear un estándar, como los estudios de tiempos cronometrados, la recogida de datos informatizada, los datos estándar, los sistemas de tiempos predefinidos, el muestreo de trabajos y la previsión basada en datos históricos [29].

1.3.8 Estudio de tiempos y movimientos

El estudio de tiempos y movimientos es un método utilizado en ingeniería industrial para evaluar y mejorar la eficacia de los procesos de trabajo. Implica realizar un seguimiento sistemático y medir cada movimiento realizado al ejecutar una actividad específica de forma más sencilla y eficaz, empezando por la identificación de los movimientos ineficaces para la realización de una tarea concreta. De este modo, se pretende detectar y eliminar los movimientos redundantes o innecesarios con el fin de agilizar la producción [30].

El estudio de tiempos ayuda a constatar el estudio de movimientos con respecto a la puesta a punto de un nuevo método, que mejorará si se consigue reducir el tiempo, así como a obtener una medida del tiempo requerido para realizar un trabajo o actividad con el fin de establecer estándares de tiempo y rendimiento para aumentar la productividad [8].

Hay que tener en cuenta las siguientes condiciones:

- **Preparación:** Para determinar qué se puede mejorar, es esencial analizar todos los pasos del proceso antes de empezar. Además, es conveniente realizar la investigación con un operador tipo que tenga la experiencia y los conocimientos necesarios.

- **Ejecución:** Tras elegir la técnica de trabajo y considerarla adecuada para registrar la operación, la operación se descompone en elementos que se medirán con un cronómetro.
- **Valoración:** Existen varias formas de realizar la calificación, pero es fundamental calificar la ejecución, ya que se medirá la duración de un determinado trabajo.

1.3.9 Numero de observaciones

Para realizar un estudio de tiempos, es necesario calcular el número de observaciones de cada evento o actividad durante la etapa de cronometraje. Es fundamental disponer de un número suficiente de observaciones para obtener resultados representativos y fiables en un análisis del tiempo. Mientras más observaciones se realicen, mayor precisión y validez tendrán los datos recopilados [21].

De este modo se contribuye a reducir la influencia de factores aleatorios o sucesos no habituales que podrían afectar a la medición en caso de que ésta se base en un número limitado de observaciones [21]. Existe diversas alternativas para determinar el número adecuado; entre ellas tenemos:

a. Abaco de Lifson

Se trata de una aplicación gráfica del método estadístico que tiene como objetivo determinar el número necesario de observaciones, basándose en una lectura fija de 10 mediciones[31]. En este contexto, la desviación típica es reemplazada por un factor B, según se expresa en la Ecuación 1.

$$B = \frac{S - I}{S + I} \quad (1)$$

Donde:

S = Tiempo superior

I = Tiempo inferior

En la Figura 5 se muestra el Ábaco de Lifson en el cual se representa el error admisible (e), con su respectivo valor de riesgo y conjunto a ello el factor B debidamente representado.

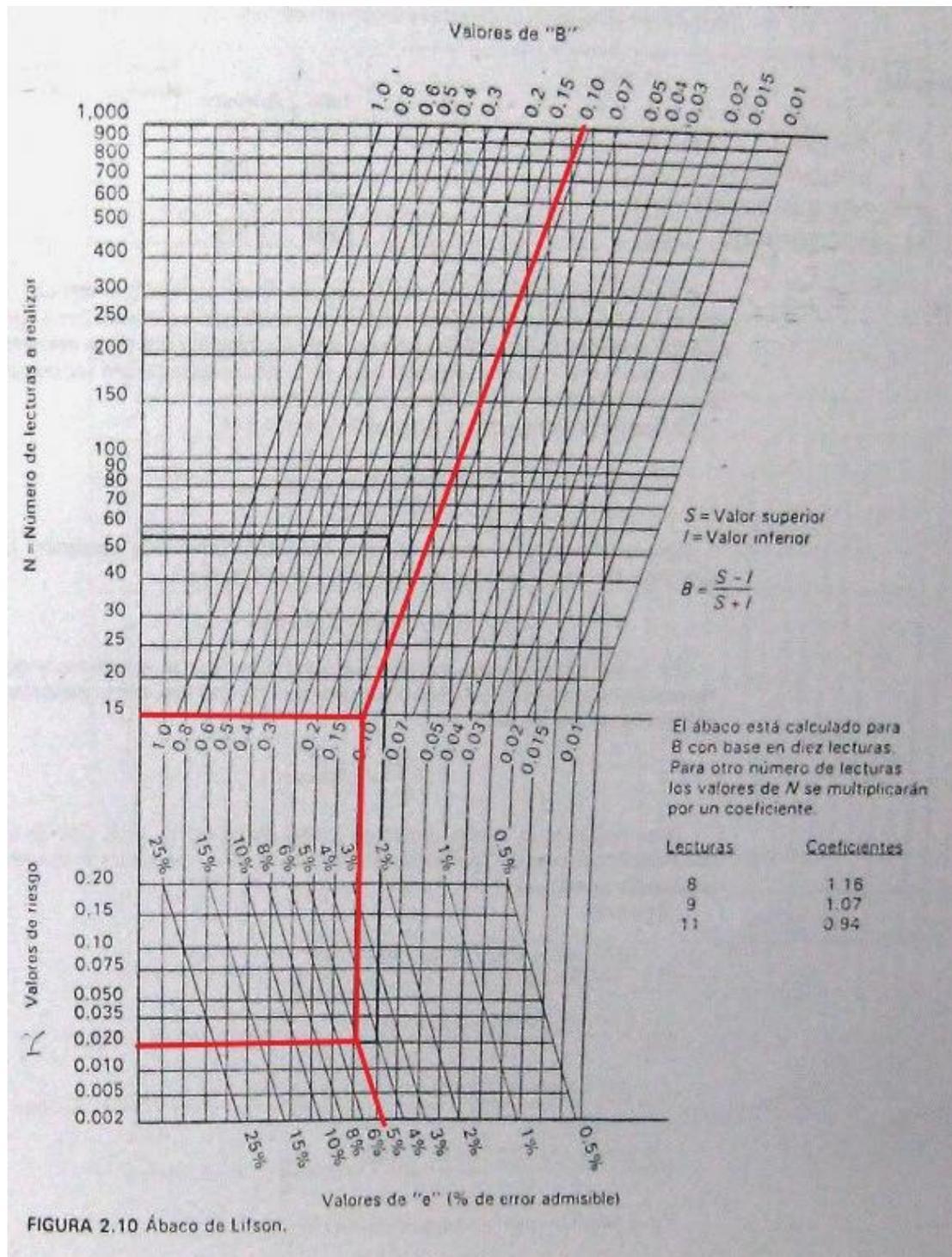


Figura 5. Ábaco de Lifson

1.3.10 Factor de desempeño

Evalúa el rendimiento del trabajador en relación con un nivel característico de desempeño laboral, de esta manera es posible determinar una planeación y control de los sistemas de producción sobre una base mucho más realista. Existen distintas metodologías para determinar el factor de desempeño como el método de Westinghouse que considera cuatro factores fundamentales: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia [25].

HABILIDAD			ESFUERZO		
0,15	A1	EXTREMA	0,13	A1	EXCESIVO
0,13	A2	EXTREMA	0,12	A2	EXCESIVO
0,11	B1	EXCELENTE	0,1	B1	EXCELENTE
0,08	B2	EXCELENTE	0,08	B2	EXCELENTE
0,06	C1	BUENA	0,05	C1	BUENO
0,03	C2	BUENA	0,02	C2	BUENO
0,00	D	REGULAR	0,00	D	REGULAR
-0,05	E1	ACEPTABLE	-0,04	E1	ACEPTABLE
-0,1	E2	ACEPTABLE	-0,08	E2	ACEPTABLE
-0,16	F1	DEFICIENTE	-0,12	F1	DEFICIENTE
-0,22	F2	DEFICIENTE	-0,17	F2	DEFICIENTE
CONDICIONES			CONSISTENCIA		
0,06	A	IDEALES	0,04	A	PERFECTA
0,04	B	EXCELENTES	0,03	B	EXCELENTE
0,02	C	BUENAS	0,01	C	BUENA
0,00	D	REGULARES	0,00	D	REGULAR
-0,03	E	ACEPTABLES	-0,02	E	ACEPTABLE
-0,07	F	DEFICIENTES	-0,04	F	DEFICIENTE

Figura 6. Método de Westinghouse

1.3.11 Tiempo normal o básico

Se considera la cantidad de tiempo que un operario capaz o una máquina previamente preparada tarda en realizar una actividad [32]. La fórmula para determinar el tiempo normal se muestra en la Ecuación 2.

$$TN = TP \times Fd \quad (2)$$

Donde:

TN = Tiempo normal

TP = Tiempo promedio observado

Fd = Factor del desempeño

1.3.12 Tiempo Estándar

El tiempo estándar mide el tiempo requerido para terminar una unidad de trabajo; es igual al producto entre el tiempo normal con un porcentaje por tolerancias y suplementos [32]. La fórmula para determinar el tiempo estándar se muestra en la Ecuación 3.

$$Ts = TN \times (1 + Suplementos) \quad (3)$$

1.3.13 Suplementos

Los suplementos del estudio de tiempos y movimientos consisten en modificaciones efectuadas en los tiempos registrados con el fin de tener en cuenta variables ajenas al trabajo en curso. Las pausas personales, los retrasos imprevistos o las malas condiciones ambientales son algunas de estas cuestiones. Para obtener un tiempo estándar más realista y útil, se añaden suplementos al tiempo de referencia calculado [33].

Las siguientes clasificaciones pueden utilizarse para establecer las condiciones que pueden darse durante un estudio de tiempo, por lo cual mediante el análisis se establece un valor previamente establecido en la Tabla 3 que se encuentra a continuación

Tabla 3. Tolerancias o suplementos según la OIT [33]

Suplementos constantes							
					H	M	
A. Suplementos por necesidades personales					5	7	
B. Suplementos base por fatiga					4	4	
Suplementos variables							
		H	M			H	M
A. Suplemento por trabajar de pie		2	4	F. Concentración intensa			
B. Suplemento por postura normal			Trabajo de cierta precisión		0	0	
Ligeramente incomodo		0	1	Trabajos precisos o fatigosos		2	2
Incómodo (inclinado)		2	3	Trabajos de gran precisión		5	5
Muy incómodo (echado, tirado)		7	7	G. Ruido			
C. Uso de fuerza/ energía muscular (kg)			Continuo		0	0	
(levantar, tirar, empujar)			Intermitente y fuerte		2	2	
2.5		0	1	Intermitente y muy fuerte		5	5
5		1	2	Estridente y fuerte		7	7
10		3	4	H. Tensión mental			
25		9	20	Proceso bastante complejo		1	1
35.5		22	...	Proceso complejo dividida entre muchos objetos		4	4
D. Mala iluminación			Muy complejo		8	8	
Ligeramente por debajo		0	0	I. Monotonía			
Bastante por debajo		2	2	Trabajo algo monótono		0	0
Absolutamente insuficiente		5	5	Trabajo bastante monótono		1	1
E. Condiciones atmosféricas			Trabajo muy monótono		4	4	
Índice de enfriamiento Kata (mili calorías/cm2/segundo)			J. Tedio				
16		0		Trabajo algo aburrido		0	0
8		10		Trabajo bastante aburrido		2	1
4		45		Trabajo muy aburrido		5	2
2		100					

1.3.14 Capacidad de Producción

Se refiere a la cantidad máxima de unidades o productos que una máquina, equipo o proceso de producción puede generar en un período determinado [32]. La capacidad de producción se calcula a partir de la Ecuación 4.

$$\text{Capacidad de produccion} = \frac{\text{Tiempo Disponible}}{\text{Tiempo de ciclo}} \quad (4)$$

Donde:

Tiempo Disponible = Jornada laboral

Tiempo de ciclo = Tiempo estándar

1.3.15 Mejora de proceso

La mejora de procesos es un enfoque sistemático y continuo para identificar, analizar y cambiar los procesos organizativos existentes con el objetivo de lograr una mayor eficacia, calidad y resultados. El proceso consiste en evaluar a fondo cada etapa del proceso, desde el inicio hasta la entrega final, con el fin de encontrar aspectos susceptibles de mejora [34].

Este enfoque requiere la aplicación de herramientas y técnicas como el análisis del flujo de valor, el mapeo de procesos, la eliminación de actividades, la optimización de recursos y la reingeniería de procesos. El objetivo es reducir los tiempos de espera, evitar la repetición de tareas, eliminar redundancias y minimizar errores [34].

1.3.16 Diagrama de actividades múltiples

El Diagrama de Actividades Múltiples es una representación gráfica que muestra en un mismo esquema las actividades realizadas de manera simultánea por cada trabajador, en una escala de tiempo definida. El objetivo es evidenciar la relación entre las diferentes tareas. A través de este diagrama se pueden identificar los momentos del proceso donde los operarios o materiales permanecen inactivos. La información que provee permite combinar actividades, de modo que se reduzcan los tiempos improductivos al sincronizar mejor las operaciones [24]. En la Figura 7 se muestra un ejemplo.

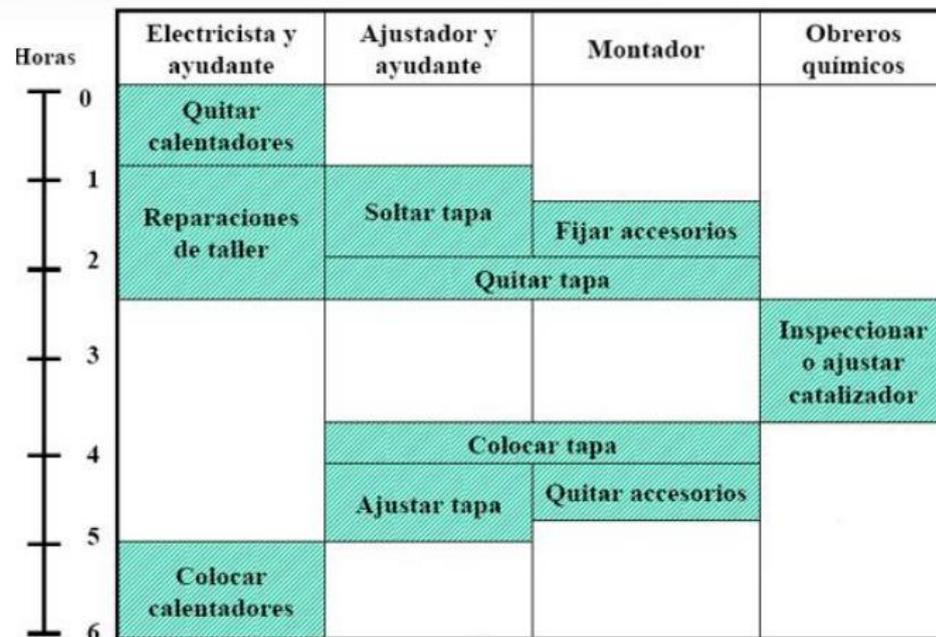


Figura 7. Diagrama de actividades múltiples.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Desarrollar un estudio de tiempos y movimientos para la optimización de los procesos productivos en el área de desenrollado de trozas del tablero contrachapado.

1.4.2 Objetivos específicos

- Identificar las operaciones y las condiciones actuales en las que se desarrolla los procesos productivos en el área de desenrollado del tablero contrachapado.
- Realizar un estudio de tiempos y movimientos de los procesos actuales del área de desenrollado.
- Establecer una propuesta para la optimización de los procesos productivos en el área de desenrollado de trozas.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1 Materiales

La Tabla 4 detalla los materiales, equipos, software e instrumentos que se han empleado en el desarrollo del proyecto de investigación.

Tabla 4. Materiales empleados en el proyecto de investigación

Material	Descripción	Ilustración																
Computador	Máquina electrónica empleada para la recopilación, análisis de datos y redacción del proyecto de investigación.																	
Celular	Dispositivo tecnológico empleado para capturar imágenes de los procesos industriales.																	
Ficha de levantamiento de información	Formulario para recopilar información de manera clara, apropiada y ordenada.	 <p>FICHA DE LEVANTAMIENTO DEL PROCESO</p> <p>Proyecto: Almacenamiento y selección de trizas Fecha N°: 1</p> <p>Área: Densificado de trizas</p> <p>Realizado por: Johan Flores Revisado por: Ing. Christian Ochoa</p> <p>Objetivo: Almacenar y seleccionar las trizas separadas en la zona de producción.</p> <p>Recurso: Grúa forestal</p> <p>Proceder: Proceso de recepción de materia prima Entrada: Trizas esquiladas y fichajes Proceso de almacenamiento</p> <p>Salida: Trizas clasificadas y seleccionadas Cliente: Proceso de descortezado</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>Actividad</th> <th>Descripción</th> <th>Ilustración</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Descargar trizas en la zona de recepción.</td> <td>En cualquier momento de trizas llega al área de recepción. Y con el apoyo de una grúa forestal, se procede a su descarga para su posterior esquila.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Cargar trizas en la grúa forestal</td> <td>Las trizas previamente esquiladas se cargan en la parte trasera de la grúa forestal.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Transportar trizas al área de almacenamiento.</td> <td>Se procede a trasladar las trizas con el fin de proceder a su clasificación y almacenamiento.</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	N°	Actividad	Descripción	Ilustración	1	Descargar trizas en la zona de recepción.	En cualquier momento de trizas llega al área de recepción. Y con el apoyo de una grúa forestal, se procede a su descarga para su posterior esquila.		2	Cargar trizas en la grúa forestal	Las trizas previamente esquiladas se cargan en la parte trasera de la grúa forestal.		3	Transportar trizas al área de almacenamiento.	Se procede a trasladar las trizas con el fin de proceder a su clasificación y almacenamiento.	
N°	Actividad	Descripción	Ilustración															
1	Descargar trizas en la zona de recepción.	En cualquier momento de trizas llega al área de recepción. Y con el apoyo de una grúa forestal, se procede a su descarga para su posterior esquila.																
2	Cargar trizas en la grúa forestal	Las trizas previamente esquiladas se cargan en la parte trasera de la grúa forestal.																
3	Transportar trizas al área de almacenamiento.	Se procede a trasladar las trizas con el fin de proceder a su clasificación y almacenamiento.																
Cronometro digital	Instrumento empleado para medir el tiempo de ejecución de las actividades llevadas a cabo por los trabajadores durante el proceso productivo.																	
Cinta métrica	Instrumento empleado para medir las dimensiones del área de producción y las distancias recorridas por los trabajadores.																	

Material	Descripción	Ilustración
Microsoft Excel	Software empleado para organizar, analizar y visualizar datos de manera eficiente.	
Visio 2016	Software empleado para crear diagramas y representar visualmente procesos y flujos de trabajo	
AutoCAD 2020	Software empleado para el modelado del layout del área de estudio	

2.2 Métodos

2.2.1 Modalidad de la investigación

a. Investigación bibliográfica-documental

La investigación bibliográfica incluyó la recopilación de información de estudios de tiempos y movimientos en empresas, centrándose en la optimización de sus procesos productivos. Se destacó el uso de artículos científicos de bases de datos como Scielo, Scopus, Dialnet, Redalyc, entre otras. Además, se consideraron tesis publicadas en los últimos 5 años por universidades nacionales e internacionales, así como libros y trabajos de investigación con metodologías adecuadas y modernas publicados en el mismo período.

b. Investigación de campo

Bajo los parámetros establecidos se aplicó este tipo de investigación, debido a que se realizó varias visitas a las instalaciones de Arboriente S.A. con el fin de identificar las posibles causas de la problemática que se presentaba en el área de desenrollado. Se aplicó esta metodología debido a que se empleó métodos y técnicas de observación directa para recopilar información pertinente acerca de los procesos productivos de la organización en cuanto a sus métodos de trabajo y condiciones actuales. Dicha

información se demostró a través de fotografías, apuntes, registros, fichas de recolección de información, entre otros.

c. Investigación aplicada

Se optó por esta modalidad, debido a que se realizó un estudio de tiempos y movimientos en el área de desenrollado de la empresa Arboriente S.A. en el cual se aplicó técnicas de ingeniería de métodos e investigaciones relacionadas. La investigación aplicada tuvo como objetivo aplicar directamente los conocimientos a los problemas identificados en la empresa. Esto se logró mediante el cálculo de tiempos estándar en los procesos asociados, con el fin de reducir actividades improductivas y proponer mejoras basadas en los datos obtenidos. A continuación, muestra los pasos realizados para desarrollar el estudio de tiempos y movimientos.

a. Preparación

En la primera etapa de este estudio, se llevó a cabo la identificación de los procesos en el área de desenrollado y el diagnóstico de la situación actual. El objetivo principal fue determinar los factores que se van a estudiar, como la mano de obra, la maquinaria, la materia prima, entre otros.

b. Ejecución

En el registro inicial de la información obtenida de los procesos y subprocesos, se utilizó la observación directa y la entrevista no estructurada realizada con los trabajadores involucrados y sus respectivos supervisores. Para determinar el número de observaciones por cada una de las actividades, se aplicó el método estadístico conocido como Abaco de Lifson, utilizando una lectura fija de 10 mediciones. Esto permitió realizar el cálculo del tiempo observado. Además, para la toma de tiempos se utilizó el cronometraje de vuelta a cero.

c. Valoración

Se determinó el factor de desempeño de cada trabajador utilizando el método de Westinghouse. A partir de ahí, se calculó el tiempo normal en un formato de hoja de cálculo.

d. Suplementos

Se tomaron en cuenta los suplementos necesarios para la ejecución del estudio, los cuales fueron establecidos según la tabla de referencia de la OIT para cada actividad de los procesos y subprocesos.

e. Tiempo estándar

Se calcularon los tiempos estándar para cada actividad, considerando el tiempo normal y los suplementos correspondientes. Estos tiempos se representaron en diagramas de actividades múltiples para obtener el tiempo de ciclo y determinar la capacidad de los procesos y subprocesos.

2.2.2 Población y muestra

Población

Para la presente investigación se consideró como población al personal del área de desarrollado de la empresa Arboriente S.A en la que se involucran 10 operarios en diferentes procesos y grupos tal como se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5. Población del área de desarrollado

Área de desarrollado			
Procesos	Grupo	Cargo	Número de trabajadores
Almacenamiento y selección de trozas	A	Operario grúa forestal	1
Descortezado de trozas	A	Operario puente grúa	1
		Operario (Peladora -Debarker)	1
Desenrollado de trozas	A	Operario Torno Cremona	1
		Ayudante Torno Cremona	2
	B	Operario Torno Cremona	1
		Ayudante Torno Cremona	2
	A	Operario Torno Benecke	1

Muestra

En este estudio se tomó en cuenta a todos los trabajadores del área de desarrollado debido a que todas las etapas o procesos productivos están relacionados entre ellos.

2.2.3 Recolección de información

Para la presente investigación se empleó las siguientes técnicas para la recolección de información:

- **Entrevista no estructurada:** Se llevó a cabo una entrevista para comprender la situación actual en el área de desarrollado de Arboriente S.A., detallada en el Anexo A. Esta técnica permitió obtener información general, identificar los problemas principales y conocer a los trabajadores involucrados en cada proceso. Se utilizaron preguntas abiertas en una conversación directa con el supervisor de turno del área de desarrollado.
- **Observación directa:** Facilitó la recopilación e identificación de actividades en el área de desarrollado, mediante una ficha de levantamiento de información detallada en el Anexo B. Esta ficha describió detalles sobre las actividades de cada trabajador, la secuencia de procedimientos y la maquinaria empleada.
- **Registro de mediciones:** Para cada etapa del proceso de producción y las actividades asociadas, se llevó un registro de tiempos, con el fin de realizar los cálculos necesarios incluidos en el estudio de tiempos. del proceso de producción con sus tareas específicas. En esta investigación se empleó el cronometraje de vuelta a cero que permitió desarrollar un estudio de tiempo con datos confiables.

En la Tabla 6 se muestra las técnicas y herramientas de recolección de información para cada objetivo.

Tabla 6. Objetivos, método e instrumento de recolección de información

Objetivos	Técnica/Método	Instrumentos
Identificar las operaciones y las condiciones actuales en las que se desarrolla los procesos productivos en el área de desarrollo del tablero contrachapado.	<ul style="list-style-type: none"> • Se llevó a cabo una entrevista no estructurada para comprender la situación actual en el área de desarrollo de Arboriente S.A. • Se llevo a cabo la recopilación e identificación de actividades en el área de desarrollo, mediante una ficha de levantamiento de información 	<ul style="list-style-type: none"> • Entrevista no estructurada (Anexo A) • Ficha de levantamiento de información (Anexo B)
Realizar un estudio de tiempos y movimientos de los procesos actuales del área de desarrollo.	<ul style="list-style-type: none"> • Se empleo la metodología de estudio de tiempos y movimientos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Formato de estudio de tiempos (Anexo C)
Establecer una propuesta para la optimización de los procesos productivos en el área de desarrollo de trozas	<ul style="list-style-type: none"> • Se llevo a cabo una redistribución de zonas de trabajo para reducir la distancia de recorrido • Se llevo a cabo la utilización de metodologías de eliminación de actividades que no agregan valor • Se desarrollo manuales de procedimientos 	<ul style="list-style-type: none"> • Software Microsoft Word • Software Microsoft Visio • AutoCAD

2.2.4 Procesamiento y análisis de datos

Se empleo diferentes herramientas tecnológicas que facilitaron el procesamiento y análisis de datos para garantizar una ejecución optima del proyecto de investigación:

- **Microsoft Word:** Se empleo este software para plasmar, redactar y organizar la información recopilada durante el desarrollo del proyecto de investigación
- **Microsoft Excel:** Se empleo este software para registrar datos cuantitativos relevantes relacionados en la línea de producción, a través de gráficos, tablas y tabulaciones con respecto al estudio de tiempos.

- **Visio:** Se empleo este software para crear diagramas, representar visualmente procesos y flujos de trabajo que se encontraron en los respectivos procesos del área de desarrollado.
- **AutoCAD:** Se empleo este software para el modelado del layout del área de estudio.

La información recopilada se procesó de manera coherente mediante la aplicación de una serie de pasos, los cuales se detallan de la siguiente manera:

- Se realizo la entrevista no estructurada de la situación actual y de los procesos respectivos del área de estudio de la empresa.
- Se recopilo información completa de los procesos existentes para la elaboración del tablero contrachapado.
- Se realizo un diagnóstico de la situación actual con el fin de complementar e identificar de manera efectiva las causas subyacentes de los problemas que enfrenta el área de desarrollado.
- Se describió las actividades que se realizan en los procesos del área de desarrollado mediante fichas de levantamiento.
- Se represento las actividades de cada proceso mediante flujogramas, cursogramas analíticos, etc.
- Se registro los tiempos y distancias correspondientes en fichas adecuadas para su respectivo análisis.
- Se procedió a ordenar, tabular y calcular los datos registrados de tiempos y distancias.
- Se llevó a cabo el análisis e interpretación de los resultados obtenidos, con el fin de proponer alternativas de mejora para el área de estudio.
- Se realizaron comparaciones entre los resultados obtenidos del proceso actual y los de la propuesta de mejora.

CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Información de la empresa Arboriente S.A.

3.1.1 Historia de la empresa Arboriente S.A

“Arboriente es una sociedad anónima legalmente constituida, dedicada a la producción de tableros contrachapados de madera, más conocidos como trípex. Su planta industrial y oficinas administrativas y de comercialización se encuentran ubicadas en la ciudad de Puyo, Provincia de Pastaza. La empresa se encuentra afiliada a la Cámara de Industrias de Tungurahua desde el año de 1.979 en que inicia sus actividades” [29].



Figura 8. Arboriente S.A.

“Arboriente nace en 1978 ante la iniciativa de tres visionarios empresarios ambateños, los Señores: Hernán Vásconez Sevilla, Ing. Enrique Vásconez Sevilla y Bolívar Pacheco Salazar; quienes visualizan una gran oportunidad en la transformación de la madera desde su estado natural hasta conformar un tablero contrachapado” [35].

“La producción de la primera lámina de madera en la planta industrial de Arboriente se da en septiembre de 1.979, contando con una capacidad teórica de producción de 8 metros cúbicos diarios en tres turnos de operación” [35].

“En los años iniciales posteriores al arranque de Arboriente, el sector maderero ecuatoriano se encontraba en uno de sus mejores momentos ya que gran parte de su

producción se exportaba al Mercado Andino, en especial Venezuela y Colombia. Esto hacía que la demanda local supere ampliamente a la oferta, lo cual constituía una gran oportunidad para la nueva empresa, por lo cual, en el año 1.982, se incrementa la capacidad de producción a 25 metros cúbicos por día” [35].

“En la actualidad, la empresa cuenta con una capacidad instalada de 30 metros cúbicos de producción por día en dos turnos completos de operación, da empleo directo a ciento cinco personas y es una importante generadora de recursos en su área de influencia a través de su actividad económica” [35].

3.1.2 Misión

“Arboriente S.A. elabora tableros contrachapados aplicando estándares mejorados del producto, utilizando materia prima seleccionada bajo parámetros de aprovechamiento forestal sustentable y preservación del medioambiente, con recurso humano calificado, instalaciones seguras, ambientes saludables y una adecuada tecnología, para incrementar la satisfacción de nuestras partes interesadas” [35].

3.1.3 Visión

“Ser para el año 2025, la empresa líder en la fabricación y comercialización de tableros contrachapados de óptima calidad, con un significativo crecimiento de su volumen de producción que incremente su participación en el mercado nacional y andino, que cumpla todos los requisitos medioambientales y normativa de seguridad ocupacional, emplee personal comprometido, use métodos y maquinaria de moderna tecnología, para lograr beneficios importantes para todas las partes interesadas” [35].

3.1.4 Valores corporativos

La empresa Arboriente S.A. está comprometida con una gran variedad de valores corporativos, que se detallan en la Tabla 7, y cuyo cumplimiento es la base para ofrecer un servicio de calidad en sus productos[35].

Tabla 7. Valores Corporativos Arboriente S.A. [35]

Valores corporativos de la empresa Arboriente S.A.	
Compromiso	“Asumir con firmeza el desempeño responsable de las funciones, proporcionando resultados y rendimientos tangibles.”
Conducta ética	“Proceder con profesionalidad, ética, fidelidad y disciplina frente a todos nuestros clientes y partes interesadas.”
Orientación al cliente	“Enfocar todo nuestro trabajo en satisfacer al cliente, aportando respuestas que sean eficaces, competitivas y de calidad.”
Trabajo en equipo	“Promover el trabajo conjunto de los directivos de todos los niveles para alcanzar un objetivo común mediante el intercambio de información y conocimientos.”
Mejora continua	“Impulsar la mejora continua con el fin de obtener los más altos niveles de productividad y calidad, manteniendo al mismo tiempo los criterios de rentabilidad.”
Desarrollo personal	“Garantizar posibilidades de crecimiento profesional basadas en el mérito, la experiencia y la contribución.”
Orientación a resultados	“Centrar nuestros esfuerzos en cumplir y superar las expectativas de nuestros accionistas mientras alcanzamos los objetivos de la empresa.”
Comunidad y medio ambiente	“Manifestar un compromiso social y cultural con la comunidad, reorientando al mismo tiempo nuestras tácticas comerciales para proteger el medio ambiente.”

3.1.5 Política de gestión integrada

“Arboriente elabora y comercializa tableros contrachapados bajo estándares mejorados de producto, de conformidad con los requisitos legales aplicables y aquellos voluntariamente suscritos en temas de: Calidad, Medio Ambiente, Seguridad y Salud en el Trabajo, asigna los recursos y establece los mecanismos necesarios para proporcionar a sus colaboradores un ambiente laboral sano y seguro, orienta sus esfuerzos a la mejora continua de todos sus procesos, considera como base de su gestión la calidad del producto, la prevención, disminución y control de riesgos laborales e impactos ambientales asociados a su operación, de manera que aporten al cumplimiento de las expectativas y satisfacción de las partes interesadas.” [35].

3.1.6 Objetivos de la política de gestión integrada

Los objetivos de la política de gestión integrada se detallan en la Tabla 8.

Tabla 8. Objetivos de la política de gestión integrada [35]

Objetivos	
1.	“Satisfacer las expectativas de nuestros clientes a través del continuo perfeccionamiento de los procesos y la aplicación de estándares mejorados de clasificación.”
2.	“Cumplir con los requisitos legales aplicables y aquellos voluntariamente suscritos en temas de calidad, seguridad y ambiente.”
3.	“Orientar los esfuerzos hacia la mejora continua de los procesos.”
4.	“Identificar, evaluar y controlar permanentemente los riesgos derivados de las actividades, asignando los recursos y estableciendo los mecanismos necesarios para proporcionar a nuestros trabajadores un ambiente laboral sano, seguro y agradable.”
5.	“Prevenir la contaminación a través de la disminución, control y vigilancia de los impactos ambientales asociados a nuestras operaciones, bajo la premisa de un manejo responsable de las materias primas, residuos y energía.”
6.	“Fortalecer las capacidades y competencias de nuestro personal a través de la ejecución de procesos permanentes de capacitación, adiestramiento y motivación.”
7.	“Incluir los compromisos definidos en este documento, para el desarrollo e implantación de los objetivos de calidad, medio ambiente, seguridad y salud en el trabajo.”

3.1.7 Ubicación geográfica de la empresa

La empresa Arboriente S.A. se encuentra ubicada en la provincia de Pastaza, cantón Pastaza, ciudad de Puyo, en la Av. Ceslao Marin y calle Chontoa.



Figura 9. Ubicación satelital de la empresa Arboriente S.A.

3.1.8 Datos informativos de la empresa

En la Tabla 9 se muestra la información general de la empresa, lo cual posee datos pertinentes obtenidos directamente del personal interno.

Tabla 9. Datos informativos de la empresa

Información general de Arboriente S.A.	
Logo	
Razón social	Arboriente S.A.
N° de centros de trabajo	1
Actividad económica	Elaboración de tablero contrachapada
Representante legal	Marcos Vicente Gutiérrez Gualotuña
N° RUC	1690007335001
Teléfono	032885258 - 032885372
Correo electrónico	info@arboriente.com.ec
Página web	www.arboriente.com
Casillero postal	160101

3.1.9 Estructura estructural de la empresa

El organigrama estructural de la empresa Arboriente S.A. puede observarse en la Figura 10, que presenta la distribución de la planta, según sus departamentos[35].

3.1.10 Layout general de la planta de producción de Arboriente S.A.

En la Figura 11 se presenta el Layout general de la planta de producción de Arboriente S.A. de cada una de sus áreas de producción con su respectiva maquinaria.

arboriente s.a
ORGANIGRAMA ESTRUCTURAL

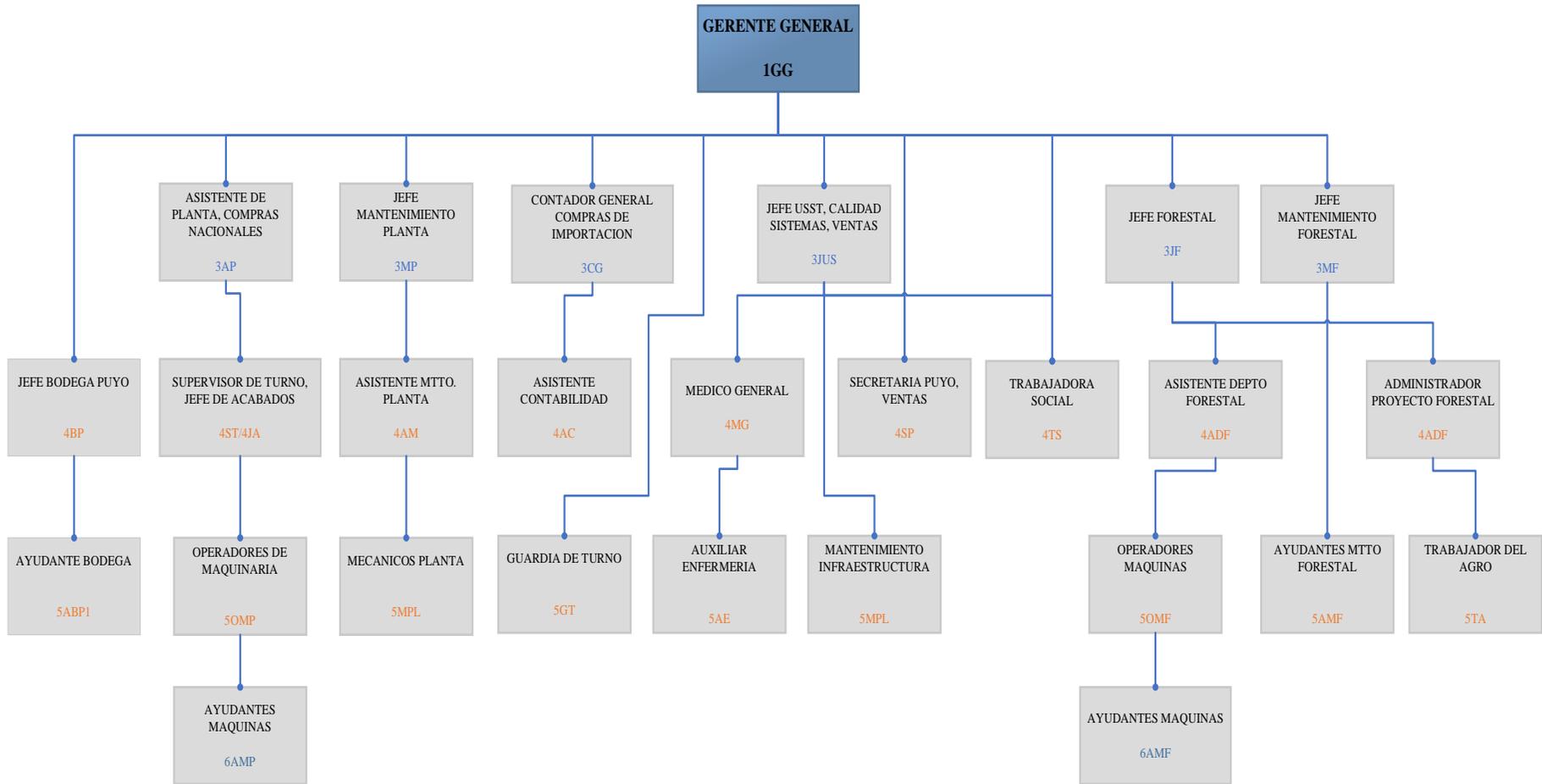


Figura 10. Organigrama estructural de Arboriente S.A.

3.1.11 Producto ofertado

Arboriente S.A. comercializa un producto de alta calidad denominado tablero de madera terciada resistente a la humedad ambiental o también conocido como tablero contrachapado. Este tablero, que se muestra en la Figura 12, se ofrece en una variedad de grosores para adaptarse a diferentes necesidades proporcionando a sus clientes una amplia gama de opciones de tamaño y resistencia. Cada grosor está compuesto por una combinación única de finas láminas o chapas individuales de madera, obtenidas mediante el desenrollado de diferentes especies. Estas láminas se utilizan para formar parte de la cara o el intermedio del tablero, y se colocan una sobre otra en capas superpuestas.

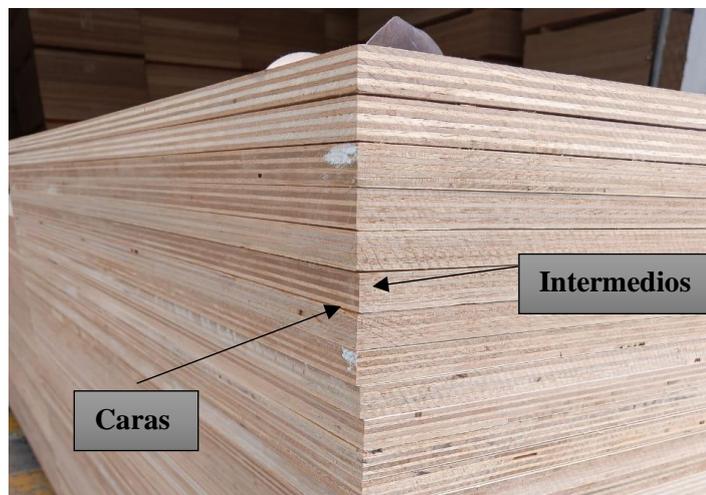


Figura 12. Tablero contrachapado

3.2 Descripción del proceso productivo

Los procesos implicados en la producción de tableros contrachapados se describen en las siguientes secciones, junto con una explicación de cada paso que el material atraviesa antes de transformarse en un producto final.

3.2.1 Obtención de la materia prima

Arboriente S.A. produce materia prima en diferentes áreas de explotación ubicadas en Chontaduro, Esmeraldas, en la costa, Unión Lojana (Chontapunta), Napo y Taracoa, Orellana, en la región oriental, además adquiere madera (Pachaco) a proveedores

privados. Se sigue un procedimiento estricto para seleccionar los árboles que se utilizarán en la producción, así como un plan de reforestación de cinco árboles por hectárea para preservar el ecosistema. El proceso de obtención de las trozas suele ser difícil, ya que algunos lugares tienen carreteras intransitables y, en algunas circunstancias, es importante encontrar alternativas, como el transporte fluvial, para sacar la madera.



Figura 13. Obtención de la materia prima

3.2.2 Almacenamiento y selección de trozas

Las trozas son trasladadas desde el lugar donde se obtienen hasta la planta de producción. Los camiones que las transportan ingresan al patio de recepción para ser registrados de acuerdo con su especie, calidad y tamaño. Una vez registradas son transportadas a la zona de almacenamiento; se clasifican según el mes en el que llegaron a la fábrica, ya que tienen una vida útil aproximada de seis meses antes de ser procesadas.

La selección de trozas se lleva a cabo siguiendo una planificación precisa para garantizar el suministro adecuado en cada máquina del proceso de descortezado. Por lo tanto, las trozas son trasladadas desde su lugar de almacenamiento o recepción hasta la zona de descortezado mediante el uso de una grúa forestal, siendo descargadas en el lugar correcto para su disposición como materia prima.



Figura 14. Almacenamiento y selección de trozas

3.2.3 Descortezado de trozas

. Luego, se utiliza un puente grúa para mover las trozas a la zona de operación, donde se lleva a cabo un proceso fundamental conocido como descortezado. Esto implica que la cáscara o corteza no útil para la fabricación del producto se retira utilizando una máquina especializada llamada Peladora. Sin embargo, esta corteza puede utilizarse como abono en el área de reforestación, lo cual es beneficioso para el medio ambiente.

Una vez retirada la corteza superficial de las trozas, se procede a trabajar con la parte interna, asegurándose de que se encuentra en buen estado y no presenta daños ni alteraciones. Hay que tener en cuenta que se utiliza una máquina denominada Debarker cuando los troncos tienen un diámetro inferior a 40 centímetros.



Figura 15. Descortezado de trozas

3.2.4 Desenrollado de trozas

Tras descortezar las trozas, se desplazan hasta el torno mediante cadenas transportadoras. En el torno, las trozas giran contra una cuchilla afilada, desenrollando una lámina continua de madera. Si las propiedades de la lámina lo permiten, se lleva a cabo su enrollado utilizando una embobinadora de velocidad ajustable que debe sincronizarse con la velocidad del torno. Aproximadamente el 30-40% de desperdicio (dependiendo de la calidad del tronco) generado en este proceso se dirige hacia un segundo torno, donde se aprovecha hasta el centro de cada troza.

Estos residuos son transportados hacia una chipeadora, la cual se encarga de triturarlos con el propósito de utilizarlos como combustible en un caldero. El objetivo fundamental de este proceso es generar vapor que será utilizado para el secado de las láminas de madera.



Figura 16. Desenrollado de trozas

3.2.5 Cizallado de caras e intermedios

Durante el proceso de elaboración de tableros contrachapados, las láminas de madera son sometidas a un paso fundamental conocido como cizallado. En esta etapa, las láminas son cortadas en el tamaño especificado, dependiendo del tipo de tablero que se esté fabricando.

El cizallado se lleva a cabo en dos estaciones diferentes para garantizar la calidad del producto final. En la primera estación, se cortan las láminas que formarán la parte externa del tablero, también conocidas como caras. Estas caras están compuestas por madera de mejor calidad, lo que asegura una apariencia atractiva y resistencia adecuada.

Por otro lado, en la segunda estación se cortan las láminas que conformarán la parte interna del tablero, llamadas intermedios. Estas chapas simplemente se embobinan y se dirigen directamente a la sección de secado. La función de los intermedios es proporcionar estabilidad y resistencia estructural al tablero contrachapado.

Es importante destacar que durante el proceso de cizallado se generan desperdicios de madera. Sin embargo, estos desperdicios no son simplemente descartados, al contrario, son enviados a la chipeadora, donde se trituran y posteriormente se utilizan como combustible en el caldero. De esta manera, se evita el desperdicio y se aprovecha al máximo los recursos naturales.



Figura 17. Cizallado de caras e intermedios

3.2.6 Secado de caras e intermedios

Durante este procedimiento, se introducen las láminas de madera en la cámara de secado. A medida que avanzan por las diferentes secciones del secador, las chapas van perdiendo humedad gracias al aire caliente que circula a temperaturas que oscilan entre

180 y 200°C. Para eliminar el aire húmedo, se emplean ventilas situadas en la parte superior del secador.

En cuanto a la distribución del secado, se pueden identificar dos estaciones en esta sección. La primera estación está dedicada al secado de caras y consta de una fila y un horno más pequeño. Por otro lado, la secadora de intermedios cuenta con tres filas y es el horno más grande de todo el proceso

Una vez que las chapas salen del secador, su temperatura se reduce en secciones de enfriamiento. Esto se logra mediante la aplicación de aire succionado desde el exterior, el cual entra en contacto directo con la superficie de las chapas. Este proceso de enfriamiento es fundamental para garantizar la estabilidad dimensional de los tableros contrachapados.

Es importante destacar que el calor industrial necesario para llevar a cabo el proceso de secado proviene de un caldero de biomasa. Este caldero se alimenta con los residuos generados durante todo el proceso de fabricación del tablero contrachapado.



Figura 18. Secado de caras e intermedios

3.2.7 Juntado de caras e intermedios

En el proceso de fabricación, las caras con defectos son sometidas a un tratamiento especial. Primero, se llevan a una cizalla para cortar específicamente las áreas

afectadas por las fallas. A continuación, las piezas cortadas pasan a una máquina llamada juntadora, donde se unen utilizando un hilo termo fundente importado de color blanco; el hilo está especialmente diseñado para trabajar con madera. Al mismo tiempo, las piezas intermedias que presentan errores también se procesan en una máquina automatizada. En este caso, se detecta el error, se corrige y se vuelven a unir las piezas separadas, pero como estas secciones de madera no serán visibles en el producto final, la estética no es tan importante en este proceso.



Figura 19. Juntado de caras e intermedios

3.2.8 Encolado

En esta etapa del proceso de fabricación de tableros contrachapados, se realiza la preparación de una mezcla llamada cola. Esta se produce mediante la combinación de harina y resina en la batidora de cola. Una vez obtenida la mezcla, se procede a pasar las láminas de madera por una máquina conocida como encoladora; la cola es aplicada a las chapas mediante rodillos, asegurándose de que queden completamente impregnadas de cola.

Las láminas son colocadas una sobre otra de manera específica; primero se coloca una cara de la chapa, luego se coloca un intermedio perpendicular a la primera chapa. Este proceso de ubicar las chapas al través es fundamental en el contrachapado, ya que

proporciona estabilidad y alta resistencia mecánica a la flexión, tracción, compresión y rigidez adecuada.

Los intermedios se siguen colocando en números impares, de acuerdo con las especificaciones requeridas para el tipo de tablero que se está fabricando. Por último, se coloca la cara superior del contrachapado.



Figura 20. Encolado

3.2.9 Prensado

Antes del prensado, las láminas se someten a una preprensado en frío donde se aplican presión y se mantienen durante varios minutos para consolidarlas. Durante este proceso, el adhesivo se transfiere a las hojas sin revestimiento.

El objetivo principal de esta etapa es asegurar que las chapas se fijen correctamente y facilitar el movimiento conjunto de las chapas, que luego se convertirán en tableros.

Después de eso, los tableros se introducen individualmente en el cargador de la prensa caliente. Una vez que la prensa está a punto de finalizar un ciclo de prensado, el cargador se coloca delante de las placas sometidas a una temperatura interna de 140 °C en espera de que la prensa se abra para introducir las bandejas.



Figura 21. Prensado

3.2.10 Acabados

En esta etapa del proceso de producción de tableros contrachapados, se lleva a cabo el dimensionado de los tableros. Primero, se determina su ancho y luego su largo, siguiendo las especificaciones establecidas para la clase de tablero en producción.

Los tableros son transportados desde la línea de escuadrado o dimensionado hasta la estación de alimentación de la línea de lijado. En esta estación, ingresan a la lijadora y pasan a través de rodillos calibradores y una unidad de terminación que consta de rodillos y patines de acabado. Como resultado, los tableros adquieren un acabado uniforme y de calidad.

Después de pasar por la lijadora, los tableros son sometidos a un proceso de lijado manual realizado por una máquina de lijado de banda; son clasificados según los parámetros de calidad establecidos. Durante todo este proceso, se realiza la aspiración y extracción del polvo generado, el cual es recuperado mediante filtros manga.

De esta manera, se logra obtener el producto final deseado, que es el tablero contrachapado.



Figura 22. Acabados

3.3 Diagnóstico de la situación actual

En la búsqueda de mejorar los procesos productivos y la eficiencia en la cadena de producción de tablero contrachapado, se ha decidido, junto con el jefe de planta, enfocarnos en el área de desenrollado. Esta área engloba procesos esenciales como el almacenamiento y selección de trozas, descortezado y desenrollado. Estos procesos son fundamentales, ya que representan puntos de control y transformación donde se maneja la materia prima y se inicia la producción de tableros contrachapados.

Actualmente, esta área afronta problemas en la ejecución eficiente de sus operaciones, lo cual tiene un impacto significativo en la cadena de producción, dado que estos procesos son eslabones fundamentales; por lo tanto, es de vital importancia abordar estos problemas y mejorar el desempeño operativo en el área de desenrollado

Con el fin de complementar e identificar de manera efectiva las causas subyacentes de los problemas de productividad en el área de desenrollado, se ha elaborado un diagrama de Ishikawa; dicho diagrama se muestra en la Figura 22.

Cada uno de los factores mencionados en el diagrama pueden retrasar o detener las actividades, lo que a su vez resulta en un rendimiento deficiente en sus operaciones.

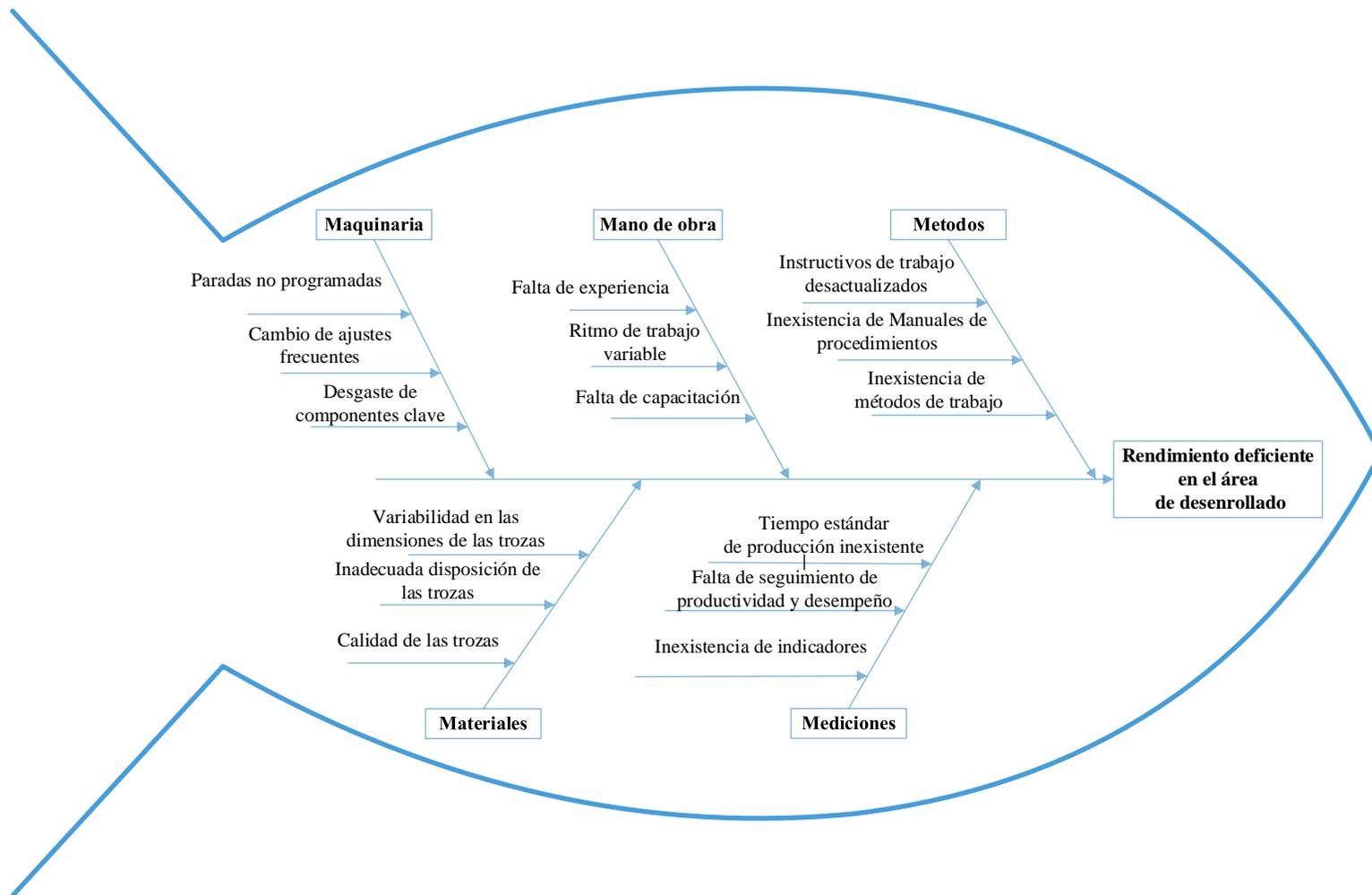


Figura 23. Diagrama de Ishikawa del rendimiento deficiente en el área de desarrollado

En relación con la maquinaria, la falta de mantenimiento adecuado puede llevar a averías y paradas no programadas, el cambio de ajustes frecuentes y el desgaste de componentes clave (cuchillas, cadenas o piezas de agarre) afecta a la eficiencia de los procesos.

Con respecto a la mano de obra, la falta de experiencia o de habilidades específicas, la falta de capacitación y el ritmo de trabajo hace que el operario no realice de manera eficiente las actividades respectivas de cada proceso implicado.

De acuerdo con el método, la falta de actualización en los instructivos de trabajo y la inexistencia de manuales de procedimiento resulta en la ejecución incorrecta de tareas, generando demoras innecesarias y provocando una disminución en la productividad.

Con respecto al material, la calidad de las trozas es esencial, ya que trozas defectuosas o de baja calidad retrasan el proceso. La variabilidad en dimensiones exige ajustes frecuentes en la maquinaria, ralentizando la producción.

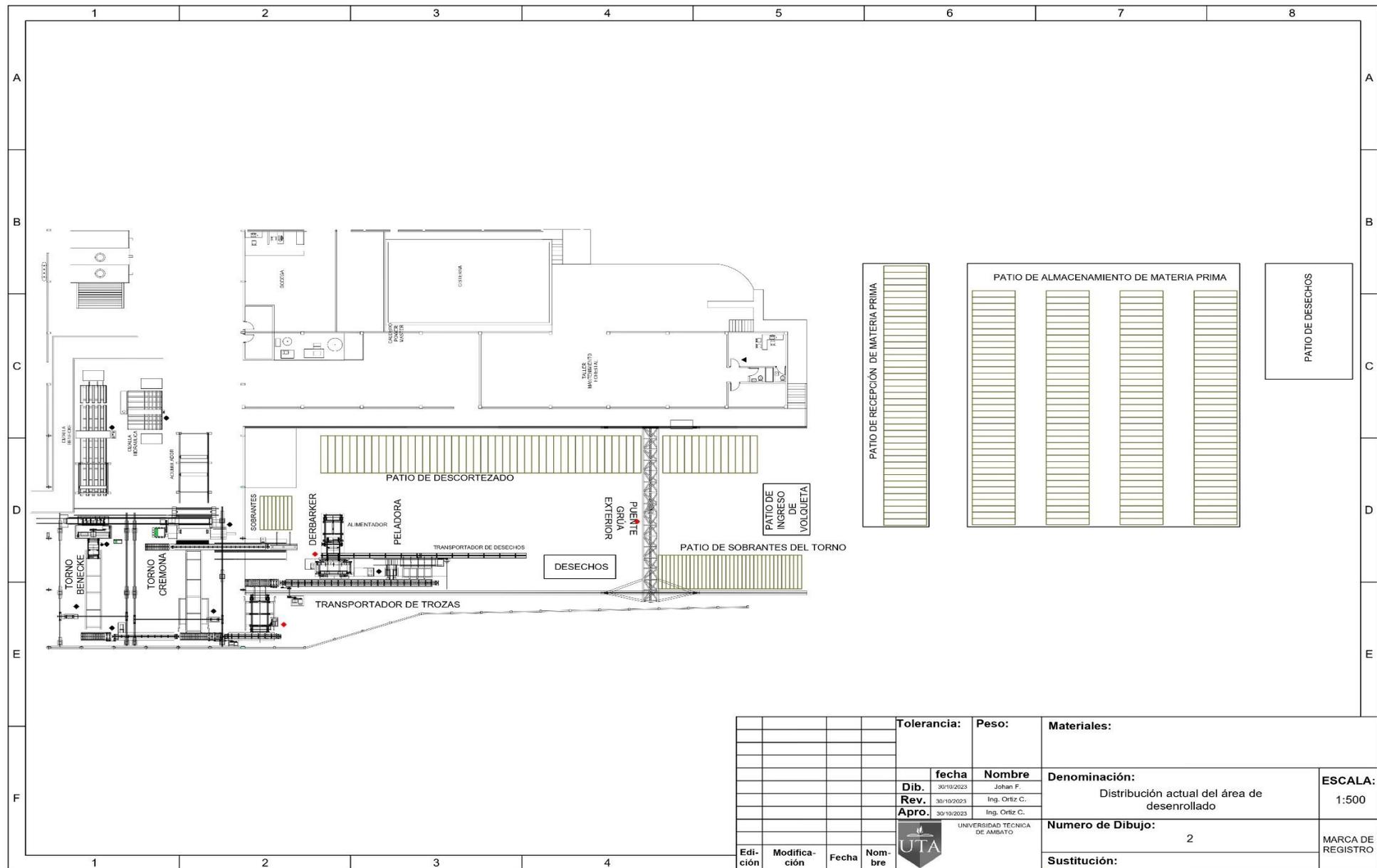
La carencia de tiempos estándar dificulta el establecimiento de parámetros de referencia para las tareas: además, la falta de seguimiento de la productividad y la falta de indicadores dificulta la evaluación del desempeño y la toma de decisiones

3.4 Levantamiento de información de las etapas productivas en el área de desarrollado

Durante el proceso de investigación, se recopiló información detallada sobre el área de estudio. Para ello, se utilizó una entrevista abierta o no estructurada, tal como se describe en el Anexo A. Además, se empleó la ficha de levantamiento del proceso, que se encuentra adjunta en el Anexo B.

3.4.1 Distribución actual del área de desarrollado

La Figura 23 muestra la disposición de las instalaciones, específicamente las zonas de trabajo y los equipos correspondientes a cada proceso que conforman el área de desarrollado.



					Tolerancia:	Peso:	Materiales:	
					fecha	Nombre	Denominación:	
					Dib.	Johan F.	Distribución actual del área de desenrollado	
					Rev.	Ing. Ortiz C.	ESCALA:	
					Apro.	Ing. Ortiz C.	1:500	
					 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		Numero de Dibujo:	
							2	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Sustitución:				

Figura 24. Distribución actual del área de desenrollado

3.4.2 Fichas de levantamiento de procesos

En el área de desenrollado de trozas de la empresa, se pueden identificar tres etapas o procesos productivos interrelacionados. Cada una de estas etapas cuenta con sus propios subprocesos, los cuales están determinados por la planificación de producción y la actividad realizada en la máquina correspondiente.

a. Proceso de almacenamiento y selección de trozas

Es importante destacar que en este proceso cuenta con diversos subprocesos, tales como el almacenamiento, el suministro a las respectivas máquinas encargadas del descortezado y la gestión de los residuos.

- **Almacenamiento de trozas**

En la Tabla 10 se encuentra la ficha correspondiente del almacenamiento de trozas.

Tabla 10. Ficha de levantamiento de procesos – Almacenamiento de trozas

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial			
FICHA DE LEVANTAMIENTO DEL PROCESO					
Área:	Desenrollado		Elaborado por:	Johan Flores	
Proceso:	Almacenamiento y selección de trozas		Revisado por:	Ing. Christian Ortiz	
Subproceso:	Almacenamiento de trozas				
Objetivo:	Descargar y almacenar las trozas asegurando la correcta manipulación y disposición de la materia prima.				
Responsable:	Operador Grúa forestal				
Proveedor:	Proceso de recepción de materia prima				
Entrada:	Trozas registradas y fichadas				
Salida:	Trozas descargadas y clasificadas				
Recursos:	Humano, Maquinaria				
N°	Actividad	Descripción	Ilustración		
Descarga de trozas					
1	Fijar los apoyos de la grúa forestal	Se realiza un preciso posicionamiento de la grúa, orientando los apoyos de manera alineada con la zona de trabajo designada; para proceder a la activación del mecanismo de fijado mediante el panel de control de la grúa, garantizando una conexión segura con el terreno.			

N°	Actividad	Descripción	Ilustración
2	Recibir al camión que transporta la materia prima	Coordinar con el conductor del camión de trozas para indicar la ubicación de la descarga.	
3	Descargar y clasificar las trozas del camión	Realizar una minuciosa verificación de la calidad de las trozas en la descarga, para llevar a cabo una clasificación efectiva de las trozas, organizándolas según sus tamaños y condiciones.	
4	Contraer los apoyos de la grúa	Se realiza la activación precisa del mecanismo de contracción de los apoyos desde el panel de control, permitiendo así la preparación para su traslado.	
Almacenamiento de trozas			
1	Fijar los apoyos de la grúa forestal	Se realiza un preciso posicionamiento de la grúa, orientando los apoyos de manera alineada con la zona de trabajo designada; para proceder a la activación del mecanismo de fijado mediante el panel de control de la grúa, garantizando una conexión segura con el terreno.	
2	Contraer los apoyos de la grúa forestal	Se realiza la activación precisa del mecanismo de contracción de los apoyos desde el panel de control, permitiendo así la preparación para la siguiente fase	
3	Seleccionar y cargar las trozas en la grúa forestal	Activar el sistema de control y ajustar la posición de los ganchos de acuerdo con el tamaño y disposición específica de cada troza. Posteriormente, emplear con precisión los controles de la grúa para descender los ganchos y cargarlas en la grúa	
4	Desplazar grúa desde el patio de recepción al patio de almacenamiento	Manipular la botonera de control de la grúa para iniciar el movimiento, y alinear la grúa con la zona asignada para la descarga.	

N°	Actividad	Descripción	Ilustración
5	Descargar y almacenar las trozas	Activar el sistema de control y ajustar la posición de los ganchos de acuerdo con el tamaño y disposición específica de cada troza. Una vez enganchadas, proceder a elevar gradualmente las trozas y descargarlas en el patio de almacenamiento.	

- **Selección de trozas para la máquina Peladora**

En la Tabla 11 se encuentra la ficha correspondiente de la selección de trozas para la máquina Peladora.

Tabla 11. Ficha de levantamiento de procesos – Selección de trozas/Peladora

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial		
FICHA DE LEVANTAMIENTO DEL PROCESO			
Área:	Desenrollado	Elaborado por:	Johan Flores
Proceso:	Almacenamiento y selección de trozas	Revisado por:	Ing. Christian Ortiz
Subproceso:	Selección de trozas para la máquina Peladora		
Objetivo:	Seleccionar y descargar trozas desde el patio de recepción y almacenamiento hacia el patio de descortezado, para su posterior procesamiento en la máquina peladora.		
Responsable:	Operador Grúa forestal		
Proveedor:	Proceso almacenamiento		
Entrada:	Trozas descargadas y clasificadas de mayor dimensión		
Salida:	Trozas descargadas en el patio de descortezado		
Recursos:	Humano, Maquinaria		
N°	Actividad	Descripción	Ilustración
Desde el patio de recepción			
1	Fijar los apoyos de la grúa forestal	Se realiza un preciso posicionamiento de la grúa, orientando los apoyos de manera alineada con la zona de trabajo designada; para proceder a la activación del mecanismo de fijado mediante el panel de control de la grúa, garantizando una conexión segura con el terreno.	

N°	Actividad	Descripción	Ilustración
2	Contraer los apoyos de la grúa forestal	Se realiza la activación precisa del mecanismo de contracción de los apoyos desde el panel de control, permitiendo así la preparación para la siguiente fase	
3	Seleccionar y cargar las trozas en la grúa forestal	Seleccionar y cargar en la grúa forestal las trozas de mayor dimensión. Posteriormente, emplear con precisión los controles de la grúa para descender los ganchos y cargarlas en la grúa	
4	Desplazar la grúa desde el patio de recepción al patio de descortezado	Manipular la botonera de control de la grúa para iniciar el movimiento desde el patio de recepción al patio de descortezado, y alinear la grúa con la zona asignada para la descarga.	
5	Descargar y apilar las trozas	Activar el sistema de control y ajustar la posición de los ganchos de acuerdo con el tamaño y disposición específica de cada troza. Una vez enganchadas, proceder a elevar gradualmente las trozas y descargarlas en el patio de descortezado.	
Desde el patio de almacenamiento			
1	Fijar los apoyos de la grúa forestal	Dirigirse al patio de almacenamiento y realizar un preciso posicionamiento de la grúa, orientando los apoyos de manera alineada con la zona de trabajo designada; para proceder a la activación del mecanismo de fijado.	
2	Contraer los apoyos de la grúa forestal	Se realiza la activación precisa del mecanismo de contracción de los apoyos desde el panel de control, permitiendo así el desplazamiento desde el patio de almacenamiento al patio de descortezado.	

N°	Actividad	Descripción	Ilustración
3	Seleccionar y cargar las trozas en la grúa forestal	Seleccionar y cargar en la grúa forestal las trozas de mayor dimensión de acuerdo con el requerimiento de producción. Posteriormente, emplear con precisión los controles de la grúa para descender los ganchos y cargarlas en la grúa	
4	Desplazar la grúa desde el patio de almacenamiento al patio de descortezado	Manipular la botonera de control de la grúa para iniciar el movimiento al patio de descortezado, y alinear la grúa con la zona asignada para la descarga.	
5	Descargar y apilar las trozas	Activar el sistema de control y ajustar la posición de los ganchos de acuerdo con el tamaño y disposición específica de cada troza. Una vez enganchadas, proceder a elevar gradualmente las trozas y descargarlas en el patio de descortezado.	

- **Selección de trozas para la máquina Debarker**

En la Tabla 12 se encuentra la ficha correspondiente de la selección de trozas para la máquina Debarker.

Tabla 12. Ficha de levantamiento de procesos – Selección de trozas/Debarker

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial		
FICHA DE LEVANTAMIENTO DEL PROCESO			
Área:	Desenrollado	Elaborado por:	Johan Flores
Proceso:	Almacenamiento y selección de trozas	Revisado por:	Ing. Christian Ortiz
Subproceso:	Selección de trozas para la máquina Debarker		
Objetivo:	Seleccionar y descargar trozas desde el patio de recepción y almacenamiento hacia el alimentador de la máquina Debarker, para su posterior procesamiento.		
Responsable:	Operador Grúa forestal		
Proveedor:	Proceso de almacenamiento		
Entrada:	Trozas descargadas y clasificadas de menor dimensión		
Salida:	Trozas descargadas en alimentador de la máquina Debarker		
Recursos:	Humano, Maquinaria		

N°	Actividad	Descripción	Ilustración
Desde el patio de recepción			
1	Fijar los apoyos de la grúa forestal	Se realiza un preciso posicionamiento de la grúa, orientando los apoyos de manera alineada con la zona de trabajo designada; para proceder a la activación del mecanismo de fijado mediante el panel de control de la grúa, garantizando una conexión segura con el terreno.	
2	Contraer los apoyos de la grúa forestal	Se realiza la activación precisa del mecanismo de contracción de los apoyos desde el panel de control, permitiendo así el desplazamiento.	
3	Seleccionar y cargar las trozas en la grúa forestal	Seleccionar y cargar en la grúa forestal las trozas de menor dimensión. Posteriormente, emplear con precisión los controles de la grúa para descender los ganchos y cargarlas en la grúa.	
4	Desplazar grúa desde el patio de recepción al alimentador de la máquina Debarker	Manipular la botonera de control de la grúa para iniciar el movimiento, y alinear la grúa para proceder a descargar en el alimentador de la máquina Debarker.	
5	Descargar y apilar las trozas	Activar el sistema de control y ajustar la posición de los ganchos de acuerdo con el tamaño y disposición específica de cada troza. Una vez enganchadas, proceder a elevar gradualmente las trozas y descargarlas en el alimentador de la máquina Debarker.	
Desde el patio de almacenamiento			
1	Fijar los apoyos de la grúa forestal	Dirigirse al patio de almacenamiento y realizar un preciso posicionamiento de la grúa, orientando los apoyos de manera alineada con la zona de trabajo designada; para proceder a la activación del mecanismo de fijado.	

N°	Actividad	Descripción	Ilustración
2	Contraer los apoyos de la grúa forestal	Se realiza la activación precisa del mecanismo de contracción de los apoyos desde el panel de control, permitiendo así el desplazamiento.	
3	Seleccionar y cargar las trozas en la grúa forestal	Seleccionar y cargar en la grúa forestal las trozas de menor dimensión de acuerdo con el requerimiento de producción.	
4	Desplazar grúa desde el patio de almacenamiento al alimentador de la máquina Debarker	Manipular la botonera de control de la grúa para iniciar el movimiento al alimentador de la máquina Debarker y alinear la grúa con la zona asignada para la descarga.	
5	Descargar y apilar las trozas	Activar el sistema de control y ajustar la posición de los ganchos de acuerdo con el tamaño y disposición específica de cada troza. Las trozas deben apilarse con cuidado y orden en el alimentador para facilitar la elevación y carga eficiente en la máquina Debarker.	

- **Gestión de residuos**

Dentro del proceso de almacenamiento y selección de trozas, se llevan a cabo diversas actividades relacionadas con la gestión de residuos. El operador de la grúa forestal desempeña un papel fundamental en la recolección de los desechos generados durante el descortezado de las trozas, así como en la recogida de los sobrantes resultantes del proceso de desenrollado. Además, también se encarga de utilizar el tractor para cargar los desechos en la volqueta que posteriormente ingresará al patio de descortezado. Con el fin de abarcar todas estas actividades, se ha incluido en la Tabla 13 la ficha correspondiente a la gestión de residuos

Tabla 13. Ficha de levantamiento de procesos – Gestión de residuos

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial			
FICHA DE LEVANTAMIENTO DEL PROCESO					
Área:	Desenrollado		Elaborado por:	Johan Flores	
Proceso:	Almacenamiento y selección de trozas		Revisado por:	Ing. Christian Ortiz	
Subproceso:	Gestión de los residuos				
Objetivo:	Garantizar un manejo eficiente de los residuos generados en el proceso de descortezado y desenrollado, desde su recolección hasta su disposición final.				
Responsable:	Operador Grúa forestal				
Proveedor:	Proceso de descortezado y desenrollado				
Entrada:	Residuos, Sobrantes				
Salida:	Recolección y disposición final de los desechos y los sobrantes de las trozas				
Recursos:	Humano, Maquinaria				
N°	Actividad	Descripción	Ilustración		
1	Recolectar los residuos producidos en el patio de descortezado	Realiza un posicionamiento preciso de la grúa, alineando meticulosamente los apoyos con la zona designada. Activa el sistema de control y ajusta la posición de los ganchos para llevar a cabo la recolección eficiente de residuos, posteriormente cargándolos en la grúa.			
2	Desplazar los residuos desde el patio de descortezado al patio de desechos	Lleva a cabo una activación precisa del mecanismo de contracción de los apoyos y desplaza la grúa con los residuos hacia el patio destinado para los desechos.			
3	Carga y descarga de desechos con tractor	Efectúa un posicionamiento exacto del tractor, permitiendo la carga de desechos con la cuchara del tractor de manera eficaz.			

N°	Actividad	Descripción	Ilustración
4	Desplazar los desechos desde la zona de los desechos al punto de ingreso de la volqueta	Desplaza los desechos a una altura considerada, asegurando un traslado eficiente hasta el punto de ingreso de la volqueta. Luego, procede a la descarga de los desechos en el interior de la volqueta.	
5	Recolectar los sobrantes de las trozas del torno	Realiza un preciso posicionamiento de la grúa, alineando cuidadosamente los apoyos con la zona. Activa el sistema de control y ajusta la posición de los ganchos para llevar a cabo la recolección de los sobrantes de las trozas, cargándolos posteriormente en la grúa.	
6	Desplazar grúa desde la zona de los sobrantes al patio de sobrantes del torno	Ejecuta una activación precisa del mecanismo de contracción de los apoyos y desplaza la grúa con los sobrantes hacia el patio designado para los sobrantes del torno para descargarlos.	

b. Proceso de descortezado de trozas

Es relevante señalar que, en los procedimientos de descortezado se hace uso de maquinaria específica en función de las dimensiones de las trozas. Se consideran dos categorías principales: trozas de mayor dimensión, mayores a 40 cm, y trozas de menor dimensión, que son menores a 40 cm.

- **Descortezado de trozas en la máquina Peladora**

En la Tabla 14 se encuentra la ficha correspondiente al levantamiento del proceso de descortezado aplicado a trozas de mayores dimensiones mediante la utilización de la máquina denominada “Peladora”.

Tabla 14. Ficha de levantamiento de procesos – Descortezado de trozas/Peladora

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial			
FICHA DE LEVANTAMIENTO DEL PROCESO					
Área:	Desenrollado		Elaborado por:	Johan Flores	
Proceso:	Descortezado de trozas		Revisado por:	Ing. Christian Ortiz	
Subproceso:	Descortezado de trozas en la Peladora				
Objetivo:	Retirar de manera eficiente la corteza de las trozas mediante la máquina “Peladora”.				
Responsable:	Operario del puente grúa Operario de la Peladora				
Proveedor:	Proceso de almacenamiento y selección de trozas				
Entrada:	Trozas de mayor dimensión				
Salida:	Troza descortezada				
Recursos:	Humano, Maquinaria, Materiales				
N°	Actividad	Descripción	Ilustración		
1	Seleccionar y enganchar por lo extremos de cada troza.	Mediante la botonera de control, se guía el puente grúa hacia la troza seleccionada y, luego, se efectúa la colocación manual de ganchos en ambos extremos de la troza para proceder con su elevación.			
2	Desplazar troza a la zona de pelado	Mediante la botonera de control, el operario maniobra el puente grúa para trasladar la troza hacia la peladora.			
3	Ubicar troza en el coche móvil de la peladora.	Con la manipulación del puente grúa, se realiza una colocación precisa de la troza en el coche móvil de la peladora.			

N°	Actividad	Descripción	Ilustración
4	Trasladar puente grúa hasta posición inicial	El operario realiza el desplazamiento del puente grúa a su posición inicial para proceder a seleccionar nuevamente la troza.	
5	Descortezar troza	Inicia el descortezado accionando el botón verde de encendido y activando los motores necesarios. Asegura el movimiento del coche móvil y del brazo correspondiente mediante el uso de selectores y botones respectivos.	
6	Expulsar troza a la transportadora	Retorna el coche móvil a la posición inicial pulsando el botón correspondiente y expulsa la troza mediante el botón "Botar Troza". Posteriormente, utiliza el botón "Regresar" para volver los expulsores a su posición inicial.	
7	Trasladar troza para crear espacio disponible	La troza, una vez expulsada hacia la transportadora, se desplaza para generar el espacio necesario para la siguiente troza.	
8	Registrar troza	Se registran datos relacionado a su etiquetado, lo que incluye especie, tamaño y fecha de ingreso.	
9	Limpiar zona de operación de la peladora	Debido al excesivo residuo que produce el descortezado, el operario realiza la limpieza de la peladora para poder seguir realizando su actividad.	

N°	Actividad	Descripción	Ilustración
10	Eliminar bloqueo de troza en la transportadora	Para resolver el problema de la troza bloqueada en la transportadora, es necesario dirigirse al lugar donde se encuentre y utilizar una herramienta adecuada para reposicionarla o empujarla, de manera que pueda ser trasladada correctamente en la transportadora.	
11	Organizar trozas para proceso en torno	Cada troza se desplaza por la transportadora y, posteriormente, es descargada de manera manual o automática en el proceso de desenrollado. Los operarios, con la asistencia del puente grúa interior, deben trasladar y organizar las trozas.	

- **Descortezado de trozas en la máquina Debarker**

En la Tabla 15 se encuentra la ficha correspondiente al levantamiento del proceso de descortezado aplicado a trozas de menor dimensión mediante la utilización de la máquina denominada “Debarker”.

Tabla 15. Ficha de levantamiento de procesos – Descortezado de trozas/Debarker

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial		
FICHA DE LEVANTAMIENTO DEL PROCESO			
Área:	Desenrollado	Elaborado por:	Johan Flores
Proceso:	Descortezado de trozas	Revisado por:	Ing. Christian Ortiz
Subproceso:	Descortezado de trozas en la máquina Debarker		
Objetivo:	Retirar de manera eficiente la corteza de las trozas mediante la máquina “Debarker”.		
Responsable:	Operario de la Debarker		
Proveedor:	Proceso de almacenamiento y selección de trozas		
Entrada:	Trozas de menor dimensión		
Salida:	Troza descortezada		
Recursos:	Humano, Maquinaria, Materiales		

N°	Actividad	Descripción	Ilustración
1	Cargar y preparar troza	Elevar y transportar la troza mediante el alimentador, alinear y cargar la troza en la máquina. Utilizar la botonera de control para posicionar la troza y poder desenrollarla.	
2	Descortezar troza	Inicia el descortezado accionando el botón verde de encendido y activando los motores necesarios. Asegura el movimiento mediante el uso de selectores y botones respectivos.	
3	Expulsar troza a transportadora	Pulsar el botón correspondiente y expulsa la troza mediante el botón "Botar Troza". Una vez expulsada hacia la transportadora, se desplaza para generar el espacio necesario para la siguiente troza	
4	Registrar troza	Se registran datos relacionado a su etiquetado, lo que incluye especie, tamaño y fecha de ingreso.	
5	Limpiar zona de operación	Detener la máquina Debarker y asegurarse de que todos los mecanismos estén inactivos. Retirar residuos de corte, virutas o cualquier material acumulado en la zona de operación.	

c. Proceso de desenrollado de trozas

Es relevante señalar que, en los procedimientos de descortezado se hace uso de maquinaria específica en función de las dimensiones de las trozas. Se consideran dos categorías principales: trozas de mayor dimensión, mayores a 40 cm, y trozas de menor dimensión, que son menores a 40 cm.

- **Desenrollado de trozas en el Torno Cremona**

En la Tabla 16, se encuentra la ficha correspondiente al levantamiento del proceso de desenrollado aplicado a trozas de mayores dimensiones mediante el empleo del Torno Cremona.

Tabla 16. Ficha de levantamiento de procesos – Desenrollado de trozas/Torno Cremona

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial			
FICHA DE LEVANTAMIENTO DEL PROCESO					
Área:	Desenrollado	Elaborado por:	Johan Flores		
Proceso:	Desenrollado de trozas	Revisado por:	Ing. Christian Ortiz		
Subproceso:	Desenrollado de trozas en el Torno Cremona				
Objetivo:	Obtener chapa de madera para caras o intermedios del tablero contrachapado mediante la máquina “Torno Cremona”.				
Responsable:	Operador Torno Cremona Ayudante 1 Ayudante 2				
Proveedor:	Descortezado de trozas en la Peladora				
Entrada:	Trozas descortezadas de mayor dimensión				
Salida:	Chapa continua o suelta				
Recursos:	Humano, Maquinaria, Materiales				
N°	Actividad	Descripción	Ilustración		
1	Enganchar troza y elevarla con grúa interna	Se utiliza la botonera de control para maniobrar el puente grúa interior y acercarlo a la posición actual de la troza. Se engancha la troza por ambos extremos para elevarla, permitiendo así su medición y registro correspondiente			
2	Marcar centro de troza con patrón circular	Se procede a marcar el centro de la troza en cada lado con ayuda de un patrón circular que servirán como puntos de referencia para la colocación y acople de la troza en el torno			

N°	Actividad	Descripción	Ilustración
3	Medir diámetro con flexómetro	Realizar la obtención de la magnitud del diámetro de la troza con la ayuda del flexómetro, con la finalidad de contar con un registro de la cantidad de material que ingresa.	
4	Registrar la información de troza ingresada	Registrar el número de la placa de identificación, la especie de la madera y el diámetro que ingresa.	
5	Acoplar troza en el torno	Manipular el puente grúa para acoplar el centro de la troza entre los husillos del torno y coincidir con el centro marcado de los extremos de la troza con los centros de los platos de agarre.	
6	Redondear troza	Se ajusta la velocidad del torno y el avance de corte según el tipo de madera y las dimensiones de la troza. A medida que gira la troza, la herramienta de corte avanza lentamente hacia el centro de esta, retirando la corteza de manera uniforme	
7	Ubicar paleta móvil	Se ubica la paleta móvil que se encuentre vacía desde su almacenamiento hasta la zona del torno.	

N°	Actividad	Descripción	Ilustración
8	Apilar chapa suelta	Se utiliza el punzón ubicado en el centro del torno. Esto permite obtener chapa suelta en dos secciones separadas, facilitando una distinción más clara entre el material aprovechable y los residuos.	
9	Trasladar paleta móvil a cizalla	Utilizar el manubrio de metal para desplazar la paleta móvil al área de cizalla.	
10	Retirar malformaciones en la madera	Realizar cortes de nudos, trizados internos y corregir mal cortes pequeños de los extremos de las trozas, para evitar daños tanto en la chapa como en la cuchilla y regle del torno	
11	Transportar embobinadora al torno y prepararla	La embobinadora que se encuentra en la cizalla se traslada al torno, manualmente se sujeta el extremo de la chapa continua del torno y se conecta a la bobina vacía en la embobinadora	
12	Desenrollar y embobinar chapa continua	Girar el volante de control de velocidad para proceder a enrollar la chapa continua, hasta que la troza se termine o se considere que se ha bobinado la cantidad suficiente.	

N°	Actividad	Descripción	Ilustración
13	Trasladar embobinadora a cizalla	Desplazar la embobinadora por los rieles que se encuentran en el piso hacia la cizalla. Descargar la bobina y cargar una bobina vacía para ubicarla un lado.	
14	Desacoplar curro sobrante	Activar los pulsadores para el retorno de los husillos izquierdo y derecho. Luego, se inicia el desplazamiento de la bancada mediante la manipulación de un vástago manual, que activa un interruptor de final de carrera para el retorno automático.	
15	Registrar el sobrante de la troza	Se mide el diámetro del sobrante de la troza, que sale del torno, utilizando un flexómetro mientras se encuentra en la transportadora del sobrante.	
16	Limpiar hoja de cuchilla del torno	Detener la máquina activando el botón de emergencia y dirigirse hacia la cuchilla. Utilizando la herramienta especializada para la limpieza, eliminar de manera efectiva los residuos de extremo a extremo.	

- **Desenrollado de trozas en el Torno Benecke**

En la Tabla 17, se encuentra la ficha correspondiente al levantamiento del proceso de desenrollado de trozas de menores dimensiones llevado a cabo en el Torno Benecke.

Tabla 17. Ficha de levantamiento de procesos – Desenrollado de trozas/Torno Benecke

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial			
FICHA DE LEVANTAMIENTO DEL PROCESO					
Área:	Desenrollado	Elaborado por:	Johan Flores		
Proceso:	Desenrollado de trozas	Revisado por:	Ing. Christian Ortiz		
Subproceso:	Desenrollado de trozas en el Torno Benecke				
Objetivo:	Obtener chapa de madera para caras del tablero contrachapado mediante el “Torno Benecke”.				
Responsable:	Operador Torno Benecke				
Proveedor:	Descortezado de trozas en la Debarker				
Entrada:	Trozas descortezadas de menor dimensión				
Salida:	Chapa continua				
Recursos:	Humano, Maquinaria, Materiales				
N°	Actividad	Descripción	Ilustración		
1	Medir y registrar troza	Realizar la obtención de la magnitud del diámetro de la troza. Registrar el número de la placa de identificación, la especie de la madera y el diámetro que ingresa.			
2	Cargar troza al torno	Utilizar el alimentador para elevar y transportar la troza de manera eficiente. Alinear cuidadosamente la troza y cargarla manualmente en el Torno Benecke, asegurando una posición precisa para el proceso de desenrollado.			

N°	Actividad	Descripción	Ilustración
2	Medir y registrar troza	Realizar la obtención de la magnitud del diámetro de la troza. Registrar el número de la placa de identificación, la especie de la madera y el diámetro que ingresa.	
3	Desenrollar	Pulsar el botón de control de velocidad para proceder a enrollar la chapa continua, hasta que la troza se termine o se considere que se ha bobinado la cantidad suficiente.	
4	Desacoplar y medir sobrante	Realizar el desacoplamiento del curro sobrante en el Torno Benecke tras el proceso de desenrollado. Colocar el curro sobrante a un lado para permitir una medición precisa del diámetro utilizando un flexómetro.	
5	Retirar sobrante del torno	Realizar la carga manual del curro sobrante asegurándose de que el otro extremo de la troza esté posicionado en el suelo, facilitando así la manipulación y descarga eficiente en el suelo.	
6	Limpiar hoja de cuchilla del torno	Detener la máquina activando el botón de emergencia y dirigirse hacia la cuchilla. Utilizando la herramienta especializada para la limpieza, eliminar de manera efectiva los residuos de extremo a extremo.	

3.4.3 Diagrama de flujo general del área de desenrollado

En la Figura 24 se muestra el diagrama de flujo general del área de desenrollado, el cual proporciona una representación visual de los procesos y actividades involucradas, desde el inicio de la operación hasta su finalización.

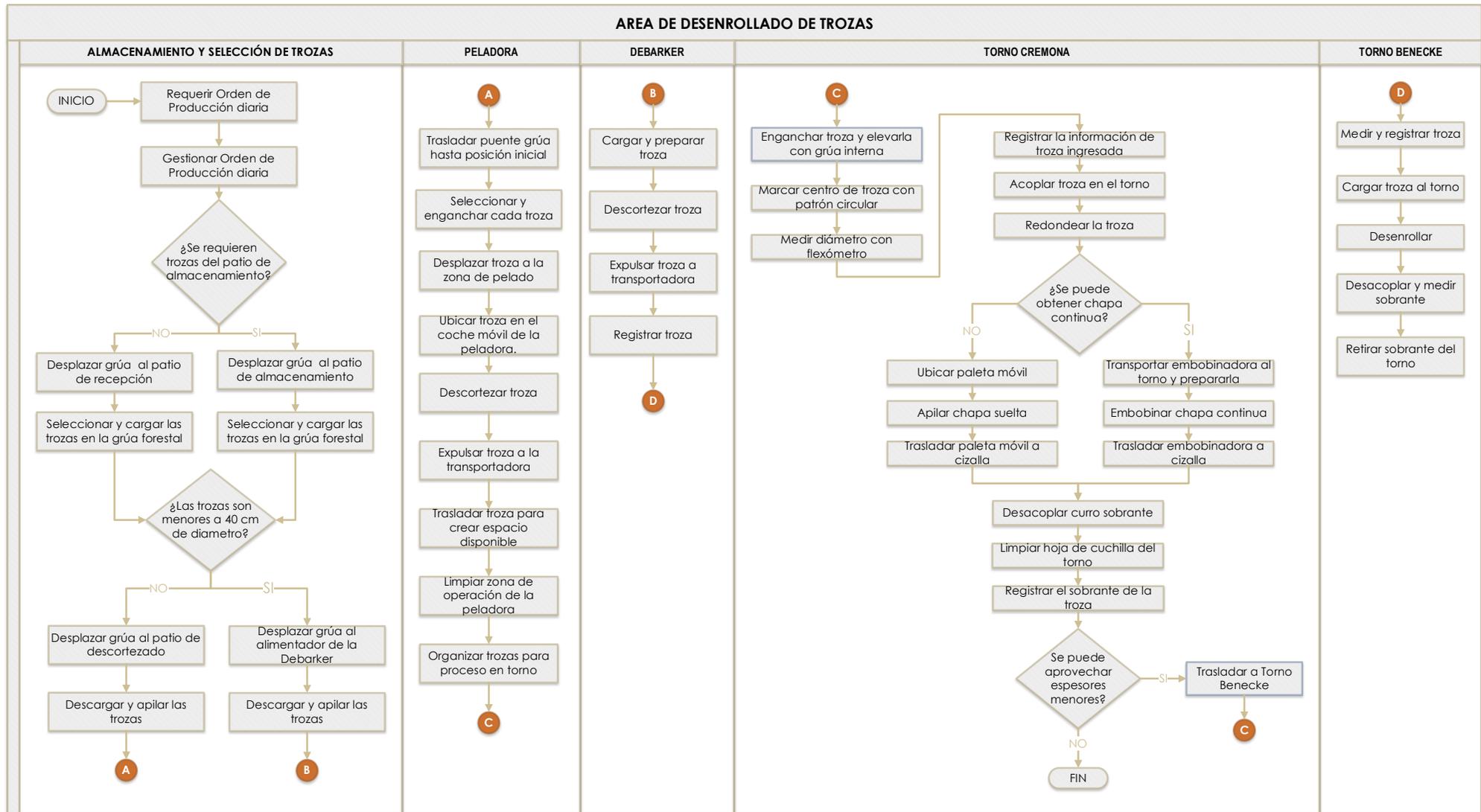


Figura 25. Flujograma general del área de desenrollado

3.4.4 Recursos utilizados en el área de desenrollado

En el área de desenrollado, se requiere una variedad de recursos, como máquinas y herramientas, para llevar a cabo los distintos procesos. Estos recursos pueden ser utilizados tanto en actividades principales como de apoyo. A continuación, se muestra en la Tabla 18 una descripción detallada de cada recurso, así como una imagen correspondiente.

Tabla 18. Recursos utilizados en el área de desenrollado

Recursos utilizados		
Recurso	Descripción	Imagen
Camión de trozas	Es un tipo de camión diseñado específicamente para trasladar las trozas de madera desde el lugar de tala hasta su destino final. Las plataformas o estructuras de este camión están diseñada para sujetar y asegurar los troncos de la forma más segura durante su transporte.	 A photograph showing a truck with a flatbed trailer heavily loaded with large logs. The logs are stacked high and secured with ropes. The truck is parked on a dirt area with more logs in the background.
Grúa forestal	Es un equipo especializado utilizado para cargar y transportar los troncos de madera desde su recepción hasta su almacenaje. Consta de un brazo extensible equipado con una pinza diseñada específicamente para sujetar las trozas, y también cuenta con una plataforma para su transporte.	 A photograph of a specialized forest crane. It has a long, articulated boom with a grapple at the end, used for picking up and moving logs. The crane is positioned next to a large stack of logs.
Puente Grúa exterior	El puente grúa es un equipo de manipulación de carga que se compone de una estructura elevada que se extiende a lo largo del área de descortezado. Este equipo cuenta con ganchos suspendidos de un mecanismo que se desplaza a lo largo del puente. Estos ganchos son utilizados para elevar y transportar las trozas hasta la descortezadora.	 A photograph of an outdoor gantry crane. It consists of a long, horizontal metal beam supported by two vertical pillars. A hook is suspended from the beam, and it is positioned over a large pile of logs and wood debris in a processing area.

Recurso	Descripción	Imagen
Peladora	Es una máquina diseñada específicamente para eliminar la corteza de las trozas de madera. Para llevar a cabo esta tarea eficientemente, la máquina emplea un rotor equipado con cuchillas o garras que se encargan de despojar de manera efectiva la capa externa de corteza de los troncos.	
Transportadora de trozas	Sistema de transporte que utiliza una cadena continúa impulsada por un motor, cuyo accionamiento es visible para el operario. Su objetivo principal es transportar las trozas desde el proceso de descortezado hasta el torno.	
Soporte de trozas	Una estructura metálica sólida que almacena las trozas que llegan del proceso de descortezado, y que previamente son trasladadas a través de la transportadora antes de ser enviadas al torno.	
Torno Cremona	Es una máquina industrial utilizada para cortar láminas finas de madera, conocidas como chapas, a partir de las trozas de madera. Esta máquina consta de un eje vertical que gira a alta velocidad; sobre este eje se monta una cuchilla que se acerca a la troza de madera hasta que corta una capa fina de madera.	

Recurso	Descripción	Imagen
<p>Puente grúa interna</p>	<p>Esta grúa es utilizada para elevar y transportar las trozas desde su almacenamiento en el soporte hasta los platos de agarre en el torno. Del mismo modo, también se emplea para transportar las trozas sobrantes hacia otro torno.</p>	
<p>Embobinadora de velocidad variable</p>	<p>Se trata de una máquina industrial móvil diseñada para enrollar de manera eficiente la chapa continuada procesada en bobinas. A medida que la chapa se enrolla, la máquina asegura un ajuste uniforme y controlado en la bobina garantizando que la chapa quede firmemente enrollada sin irregularidades.</p>	
<p>Coche móvil</p>	<p>Para recolectar chapas sueltas, se dispone de varias paletas móviles que se transportan manualmente. Estas paletas están equipadas con un manubrio de metal que se utiliza exclusivamente cuando se necesita transportar el coche.</p>	
<p>Patrón circular</p>	<p>Se les conoce comúnmente como platos de centro, y son herramientas metálicas empleadas para localizar el punto central en ambos extremos de la troza. Están disponibles en tres tamaños diferentes.</p>	

Recurso	Descripción	Imagen
Transportadora de sobrante	Sistema de transporte que utiliza una cadena continua impulsada por un motor, cuyo accionamiento es visible para el operario junto a la botonera de velocidades. Este sistema se utiliza para transportar las trozas que se generan como residuos después de ser procesadas en el torno.	
Transportadora de desechos	Sistema de transporte que emplea una banda móvil impulsada por motor, cuyo accionamiento se encuentra junto al torno. Este sistema se emplea para trasladar los desperdicios generados en el torno hacia la chipeadora.	
Torno Benecke	Es una máquina industrial utilizada para cortar láminas finas de madera, conocidas como chapas, a partir de las trozas de madera que tengan menor dimensión.	
Debarker	Es una máquina diseñada específicamente para eliminar la corteza de las trozas de madera de menor dimensión. No cuenta con cuchillas, en su lugar, utiliza un sistema de desenrollado continuo para eliminar la corteza.	

3.4.5 Mano de obra

En la Tabla 19 se muestra el número de trabajadores asignados al área de desenrollado de acuerdo con cada proceso correspondiente. En el proceso de almacenamiento y selección de trozas, hay un operario encargado de la grúa forestal. De manera similar, en el proceso de descortezado, hay dos operarios asignados, tanto para manejar el puente grúa como para operar las máquinas (Peladora-Debarker). Además, en el

proceso de desenrollado se forman dos grupos de trabajo, cada uno compuesto por un operador específico para el torno y dos ayudantes responsables de las actividades mencionadas anteriormente; estos grupos de trabajo operan en turnos rotativos.

Tabla 19. Trabajadores del área de desenrollado

Trabajadores del área de desenrollado de trozas					
Procesos	Grupo	Cargo	Número de trabajadores	Turno	Horario
Almacenamiento y selección de trozas	A	Operario grúa forestal	1	Dia	6:00 – 16:00
Descortezado de trozas	A	Operario puente grúa	1	Dia	6:00 – 16:00
		Operario (Peladora -Debarker)	1		
Desenrollado de trozas	A	Operario Torno Cremona	1	Rotativo	6:00 – 14:00 o 14:00 – 22:00
		Ayudante Torno Cremona	2		
	B	Operario Torno Cremona	1	Rotativo	6:00 – 14:00 o 14:00 – 22:00
		Ayudante Torno Cremona	2		
	A	Operario Torno Benecke	1	Dia	6:00 – 16:00

3.4.6 Cursogramas analíticos y diagramas de recorrido del proceso de almacenamiento y selección de trozas

Mediante la utilización de cursogramas analíticos se plasmará todas las acciones (operación, transporte, inspección, espera y almacenaje), permitiendo describir las actividades que realiza el operador, incluyendo tiempos preliminares por cada acción y las distancias recorridas. El propósito de realizar cursogramas analíticos es dar a conocer los tiempos preliminares por cada actividad realizada.

a. *Cursograma analítico para el almacenamiento de trozas*

En la Tabla 20, se presenta el cursograma analítico para el almacenamiento de trozas

Tabla 20. Cursograma analítico del almacenamiento de trozas

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial									
Cursograma Analítico Material () Operario (X) Equipo ()											
Empresa:	Arboriente S.A.	N° de Operarios:	1	Hoja:	01 de 01						
Área:	Desenrollado	Diagrama N°:	1	Fecha:	05/12/2023						
Proceso:	Almacenamiento y selección de trozas	Elaborado por:	Johan Flores	Método:							
Subproceso:	Almacenamiento de trozas	Revisado por:	Ing. Christian Ortiz	Actual:	Propuesto:						
				(X)	()						
Descripción del proceso			Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Simbología				Observaciones	
N°	Actividades	Tipo de actividad									
Descarga de trozas											
1	Fijar los apoyos de la grúa forestal	Mecánico			0,48						
2	Contraer los apoyos de la grúa	Mecánico			0,46						
3	Recibir al camión que transporta la materia prima	Repetitivo	1		2,09						Esperar a que el camión de trozas se estacione adecuadamente.
4	Descargar y clasificar las trozas del camión	Variable	1		18,39						
Almacenamiento de trozas											
1	Fijar los apoyos de la grúa forestal	Mecánico			0,96						0,48 min x 2; Esta actividad se realiza 2 veces por ciclo.
2	Contraer los apoyos de la grúa forestal	Mecánico			0,92						0,46 min x 2; Esta actividad se realiza 2 veces por ciclo.

Descripción del proceso			Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Simbología					Observaciones
N°	Actividades	Tipo de actividad				●	➔	■	◐	▼	
3	Seleccionar y cargar las trozas en la grúa forestal	Repetitivo	9		4,19	●					
4	Desplazar grúa desde el patio de recepción al patio de almacenamiento	Repetitivo	9	122	3,50		●				61 m x 2 ida y vuelta 3,50 min es el traslado de ida y vuelta
5	Descargar y almacenar las trozas	Repetitivo	9		3,44					●	
Resumen											
Actividad		Cantidad	Tiempo (min)	Distancia (m)	Observaciones						
Operación	●	6	25,40								
Transporte	➔	1	3,50	122							
Inspección	■	0	0								
Demora	◐	1	2,09								
Almacenaje	▼	1	3,44								
TOTAL		9	34,43	122							

b. Diagrama de recorrido actual del almacenamiento de trozas

En el Anexo D se presenta el diagrama de recorrido actual para el almacenamiento de trozas, en el cual se identifican todas las actividades mediante símbolos y números correspondientes que se encuentran en el diagrama analítico.

c. Cursograma analítico para la selección de trozas en la Peladora

En la Tabla 21, se presenta el cursograma analítico de la selección de trozas para la máquina “Peladora”.

Tabla 21. Cursograma analítico de la selección de trozas para la Peladora

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial									
Cursograma Analítico Material () Operario (X) Equipo ()											
Empresa:	Arboriente S.A.	N° de Operarios:	1	Hoja:	01 de 01						
Área:	Desenrollado	Diagrama N°:	2	Fecha:	05/12/2023						
Proceso:	Almacenamiento y selección de trozas	Elaborado por:	Johan Flores	Método:							
Subproceso:	Selección de trozas para la Peladora	Revisado por:	Ing. Christian Ortiz	Actual:	Propuesto:						
				(X)	()						
Descripción del proceso		Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Simbología				Observaciones		
N°	Actividades				Tipo de actividad						
Desde el patio de recepción											
1	Fijar los apoyos de la grúa forestal	Mecánico		0,96						0,48 min x 2; Esta actividad se realiza 2 veces por ciclo.	
2	Contraer los apoyos de la grúa	Mecánico		0,92						0,46 min x 2; Esta actividad se realiza 2 veces por ciclo.	
3	Seleccionar y cargar las trozas en la grúa forestal	Repetitivo	9	4,39							
4	Desplazar grúa desde el patio de recepción al patio de descortezado	Repetitivo	9	102	3,11						51 m * 2 ida y vuelta 3,11 min es el traslado de ida y vuelta
5	Descargar y apilar trozas	Repetitivo	9	3,87							

Descripción del proceso			Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Simbología					Observaciones	
N°	Actividades	Tipo de actividad				●	➔	■	◐	▼		
Desde el patio de almacenamiento												
1	Fijar los apoyos de la grúa forestal	Mecánico			0,96	●						0,48 min x 2; Esta actividad se realiza 2 veces por ciclo.
2	Contraer los apoyos de la grúa	Mecánico			0,92	●						0,46 min x 2; Esta actividad se realiza 2 veces por ciclo.
3	Seleccionar y cargar las trozas en la grúa forestal	Repetitivo	9		4,49	●						
4	Desplazar grúa desde el patio de almacenamiento al patio de descortezado	Repetitivo	9	190	4,16	●						95 m * 2 ida y vuelta 4,16 min es el traslado de ida y vuelta
5	Descargar y apilar trozas	Repetitivo	9		3,78	●						
Resumen												
Actividad		Cantidad	Tiempo (min)		Distancia (m)	Observaciones						
Operación	●	8	20,29									
Transporte	➔	2	7,27		292							
Inspección	■	0										
Demora	◐	0										
Almacenaje	▼	0										
TOTAL		10	27,56		292							

d. Diagrama de recorrido actual de la selección de trozas para la “Peladora”

En el Anexo E se presenta el diagrama de recorrido actual para la selección de trozas para la Peladora, en el cual se identifican todas las actividades mediante símbolos y números correspondientes que se encuentran en el diagrama analítico.

e. Cursograma analítico de la selección de trozas para la máquina Debarker

En la Tabla 22, se presenta el cursograma analítico de la selección de trozas para la máquina “Debarker”.

Tabla 22. Cursograma analítico de la selección de trozas para la máquina Debarker

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial										
Cursograma Analítico Material () Operario (X) Equipo ()												
Empresa:	Arboriente S.A.	N° de Operarios:	1	Hoja:	01 de 01							
Área:	Desenrollado	Diagrama N°:	3	Fecha:	05/12/2023							
Proceso:	Almacenamiento y selección de trozas	Elaborado por:	Johan Flores	Método:								
Subproceso:	Selección de trozas para la máquina Debarker	Revisado por:	Ing. Christian Ortiz	Actual:	Propuesto:							
				(X)	()							
Desde el patio de recepción												
N°	Actividades	Tipo de actividad	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Simbología					Observaciones	
												
1	Fijar los apoyos de la grúa forestal	Mecánico			0,48	●						0,48 min x 2; Esta actividad se realiza 2 veces por ciclo.
2	Contraer los apoyos de la grúa	Mecánico			0,46	●						0,46 min x 2; Esta actividad se realiza 2 veces por ciclo.
3	Seleccionar y cargar las trozas en la grúa forestal	Repetitivo	15		5,22	●						
4	Desplazar grúa desde el patio de recepción al alimentador de la máquina Debarker	Repetitivo	15	124	3,11	●						62 m * 2 ida y vuelta 3,11 min es el traslado de ida y vuelta
5	Descargar y apilar trozas	Repetitivo	15		4,85	●						

Descripción del proceso			Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Simbología					Observaciones	
N°	Actividades	Tipo de actividad				●	➔	■	◐	▼		
Desde el patio de almacenamiento												
1	Fijar los apoyos de la grúa forestal	Mecánico			0,96	●						0,48 min x 2; Esta actividad se realiza 2 veces por ciclo.
2	Contraer los apoyos de la grúa	Mecánico			0,92	●						0,46 min x 2; Esta actividad se realiza 2 veces por ciclo.
3	Seleccionar y cargar las trozas en la grúa forestal	Repetitivo	15		4,96	●						
4	Desplazar grúa desde el patio de almacenamiento al alimentador de la máquina Debarker	Repetitivo	15	210	4,16	●						105 m * 2 ida y vuelta 4,16 min es el traslado de ida y vuelta
5	Descargar y apilar trozas	Repetitivo	15		4,80	●						
Resumen												
Actividad		Cantidad	Tiempo (min)		Distancia (m)	Observaciones						
Operación	●	8	22,65									
Transporte	➔	2	7,27		334							
Inspección	■	0										
Demora	◐	0										
Almacenaje	▼	0										
TOTAL		10	29,92		334							

f. Diagrama de recorrido propuesto de la selección de trozas para la máquina Debarker

En el Anexo F se presenta el diagrama de recorrido actual para la selección de trozas en la máquina Debarker, en el cual se identifican todas las actividades mediante símbolos y números correspondientes que se encuentran en el diagrama analítico.

g. Cursograma analítico de la gestión de residuos

En la Tabla 23 se presenta el cursograma analítico de la gestión de residuos.

Tabla 23. Cursograma analítico de la gestión de residuos

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial										
Cursograma Analítico Material () Operario (X) Equipo ()												
Empresa:	Arboriente S.A.	N° de Operarios:	1	Hoja:	01 de 01							
Área:	Desenrollado	Diagrama N°:	4	Fecha:	05/12/2023							
Proceso:	Almacenamiento y selección de trozas	Elaborado por:	Johan Flores	Método:								
Subproceso:	Gestión de residuos	Revisado por:	Ing. Christian Ortiz	Actual:	Propuesto:							
				()	(X)							
Descripción del proceso			Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Simbología					Observaciones	
N°	Actividades	Tipo de actividad										
1	Recolectar los residuos producidos en el patio de descortezado	Casual			23,40	●						Con grúa forestal
2	Desplazar los residuos desde el patio de descortezado al patio de desechos	Casual		280	4,90		●					140 m *2 ida y vuelta 4,90 min es el traslado de ida y vuelta
3	Carga y descarga de desechos con tractor	Casual			2,92	●						Con tractor
4	Desplazar los desechos desde la zona de los desechos al punto de ingreso de la volqueta	Casual		280	7,84		●					40 m ida y vuelta * 7 ciclos
5	Recolectar los sobrantes de las trozas del torno	Casual			3,90	●						Con grúa forestal
6	Desplazar grúa desde la zona de los sobrantes al patio de sobrantes del torno	Casual		80	2,04		●					40 m * 2 ida y vuelta 2,04 min es el traslado de ida y vuelta

Resumen					
Actividad		Cantidad	Tiempo (min)	Distancia (m)	Observaciones
Operación	●	3	30,22		
Transporte	➔	3	14,78	640	
Inspección	■	0			
Demora	⌚	0			
Almacenaje	▼	0			
TOTAL		6	45	640	

h. Diagrama de recorrido propuesto de la gestión de residuos

En el Anexo G se presenta el diagrama de recorrido actual para la gestión de residuos, en el cual se identifican todas las actividades mediante símbolos y números correspondientes que se encuentran en el diagrama analítico.

3.4.7 Cursogramas analíticos del proceso de descortezado de trozas

a. Cursograma analítico para el descortezado de trozas en la Peladora

En la Tabla 24, se presenta el cursograma analítico para el descortezado de trozas en la Peladora.

Tabla 24. Cursograma analítico para el descortezado de trozas/ Peladora

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial									
Cursograma Analítico Material () Operario (X) Equipo ()											
Empresa:	Arboriente S.A.	N° de Operarios:	2	Hoja:	01 de 01						
Área:	Desenrollado	Diagrama N°:	5	Fecha:	05/12/2023						
Proceso:	Descortezado de trozas	Elaborado por:	Johan Flores	Método:							
Subproceso:	Descortezado de trozas en la Peladora	Revisado por:	Ing. Christian Ortiz	Actual:	(X)	Propuesto:	()				
Descripción del proceso		Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Simbología					Observaciones	
N°	Actividades				Tipo de actividad						
1	Trasladar puente grúa hasta posición inicial	Repetitiva	1	60	0,79						Se realiza con el puente grúa
2	Seleccionar y enganchar por lo extremos de cada troza.	Repetitiva	1		0,58						
3	Desplazar troza a la zona de pelado	Repetitiva	1	60	0,68						Se realiza con el puente grúa
4	Ubicar troza en el coche móvil de la peladora.	Repetitiva	1		0,38						Se realiza con el puente grúa
5	Descortezar troza	Variable	1		2,06						Se realiza con la peladora

Descripción del proceso			Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Simbología					Observaciones
Nº	Actividades	Tipo de actividad				●	➔	■	◐	▼	
6	Expulsar troza a la transportadora	Mecánica	1		0,28	●					Se realiza con la peladora
7	Trasladar troza para crear espacio disponible	Mecánica	1	2	0,22	●					Se realiza con la peladora
8	Registrar troza	Repetitiva	1		0,31	●					Lo realiza el operador de la peladora
9	Limpiar zona de operación de la peladora	Casual			0,36	●					$2,18 / 6 = 0,36$; Esta actividad es realizada cada 6 trozas, se indicó como frecuencia 1/6.
10	Eliminar bloqueo de troza en la transportadora	Casual			0,41	●					$4,12/10 = 0,42$; Esta actividad es realizada cada 10 trozas, se indicó como frecuencia 1/10
11	Organizar trozas para proceso en torno	Casual			1,23	●					$20,95/17 = 1,27$ Esta actividad es realizada cada 17 trozas, se indicó como frecuencia 1/17.
Resumen											
Actividad		Cantidad	Tiempo (seg)	Distancia (m)	Observaciones						
Operación	●	8	6,40								
Transporte	➔	3	0,90	62							
Inspección	■	0	0								
Demora	◐	0	0								
Almacenaje	▼	0	0								
TOTAL		11	7,30	62							

b. Cursograma analítico para el descortezado de trozas en la máquina Debarker

En la Tabla 25, se presenta el cursograma analítico para el descortezado de trozas en la máquina Debarker.

Tabla 25. Cursograma analítico para el descortezado de trozas/ Debarker

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial									
Cursograma Analítico Material () Operario (X) Equipo ()											
Empresa:	Arboriente S.A.	N° de Operarios:	1	Hoja:	01 de 01						
Área:	Desenrollado	Diagrama N°:	6	Fecha:	05/12/2023						
Proceso:	Descortezado de trozas	Elaborado por:	Johan Flores	Método:							
Subproceso:	Descortezado de trozas en la Debarker	Revisado por:	Ing. Christian Ortiz	Actual:	Propuesto:						
				(X)	()						
Descripción del proceso			Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Simbología					Observaciones
N°	Actividades	Tipo de actividad				●	➔	■	◐	▼	
1	Cargar y preparar troza	Repetitiva			0,48	●					
2	Descortezar troza	Variable			0,96	●					
3	Expulsar troza a transportadora	Repetitiva			0,47	●					
4	Registrar troza	Repetitiva			0,27	●					
5	Limpiar zona de operación	Casual			0,75	●					5,28 / 7 = 0,75; Esta actividad es realizada cada 17 trozas.
Resumen											
Actividad		Cantidad	Tiempo (seg)		Distancia (m)	Observaciones					
Operación	●	5	2,93								
Transporte	➔	0	0								
Inspección	■	0	0								
Demora	◐	0	0								
Almacenaje	▼	0	0								
TOTAL		5	2,93								

3.4.8 Cursogramas analíticos del proceso de desenrollado de trozas

a. Cursograma analítico del desenrollado de trozas en el Torno Cremona

En la Tabla 26, se presenta el cursograma analítico para el desenrollado de trozas en el “Torno Cremona”.

Tabla 26. Cursograma analítico del desarrollado de trozas/ Torno Cremona

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial										
Cursograma Analítico Material () Operario (X) Equipo ()												
Empresa:	Arboriente S.A.	N° de Operarios:	3	Hoja:	01 de 01							
Área:	Desenrollado	Diagrama N°:	7	Fecha:	05/12/2023							
Proceso:	Desenrollado de trozas	Elaborado por:	Johan Flores	Método:								
Subproceso:	Desenrollado de trozas en el Torno Cremona	Revisado por:	Ing. Christian Ortiz	Actual:	Propuesto:							
				(X)	()							
Descripción del proceso			Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Simbología					Observaciones	
N°	Actividades	Tipo de actividad				●	→	■	◐	▼		
1	Enganchar troza y elevarla con grúa interna	Repetitiva	1		0,41	●						Esta actividad es ejecutada por el operador del torno y el 2 ayudante.
2	Marcar centro de troza con patrón circular	Repetitiva	1		0,39	●						Esta actividad es ejecutada por el 2 ayudante.
3	Medir diámetro con flexómetro	Repetitiva	1		0,26	●						Esta actividad es ejecutada por el 1 ayudante.
4	Registrar la información de troza ingresada	Repetitiva	1		0,28	●						Esta actividad es ejecutada por el 1 ayudante.
5	Acoplar troza en el torno	Repetitiva	1		0,77	●						Esta actividad es ejecutada por el operador y el 2° ayudante
6	Redondear troza	Repetitiva	1		0,94	●						El operador del torno es encargado de esta actividad.
7	Ubicar paleta móvil	Repetitiva	1		0,27	●						Los dos ayudantes se encargan de esta actividad.
8	Apilar chapa suelta	Repetitiva	1		0,81	●						Es ejecutada por el operador del torno y los dos ayudantes.
9	Trasladar paleta móvil a cizalla	Casual	1	11	0,09	●						0,35/4= 0,09; Esta actividad es realizada cada 4 trozas, se indicó como frecuencia 1/4.

Descripción del proceso			Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Simbología					Observaciones
N°	Actividades	Tipo de actividad				●	➔	■	◐	▼	
10	Retirar malformaciones en la madera	Casual	1		1,03	●					5,13/5= 1,03; Esta actividad es realizada cada 5 trozas, se indicó como frecuencia 1/5.
11	Transportar embobinadora al torno y prepararla	Repetitiva	1	11	0,78		●				Los dos ayudantes se encargan de esta actividad.
12	Desenrollar y embobinar chapa continua	Repetitiva	1		2,12	●					Es ejecutada por el operador del torno y los dos ayudantes.
13	Trasladar embobinadora a cizalla	Repetitiva	1	11	0,62		●				Los dos ayudantes se encargan de esta actividad.
14	Desacoplar curro sobrante	Repetitiva	1		0,35	●					Es ejecutada por el operador del torno
15	Registrar el sobrante de la troza	Repetitiva	1		0,28	●					Es ejecutada por el 1° ayudante.
16	Limpiar hoja de cuchilla del torno	Casual	1		1,22	●					3,67/3= 0,09; Esta actividad es realizada cada 3 trozas, se indicó como frecuencia 1/3.
Resumen											
Actividad		Cantidad	Tiempo (min)		Distancia (m)	Observaciones					
Operación	●	13	9,13								
Transporte	➔	3	1,49		33						
Inspección	■	0	0								
Demora	◐	0	0								
Almacenaje	▼	0	0								
TOTAL		16	10,62		33						

b. Cursograma analítico del desenrollado de trozas en el Torno Benecke

En la Tabla 27, se presenta el cursograma analítico para el desenrollado de trozas en el “Torno Benecke”.

Tabla 27. Cursograma analítico del desarrollo de trozas/ Torno Benecke

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial								
Cursograma Analítico Material () Operario (X) Equipo ()										
Empresa:	Arboriente S.A.	N° de Operarios:	1	Hoja:	01 de 01					
Área:	Desenrollado	Diagrama N°:	8	Fecha:	05/12/2023					
Proceso:	Desenrollado de trozas	Elaborado por:	Johan Flores	Método:						
Subproceso:	Desenrollado de trozas en el Torno Benecke	Revisado por:	Ing. Christian Ortiz	Actual:	Propuesto:					
				(X)	()					
Descripción del proceso		Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Simbología					Observaciones
N°	Actividades				Tipo de actividad					
1	Medir y registrar troza	Repetitiva	1	0,38	●					
2	Cargar troza al torno	Repetitiva	1	0,46	●					
3	Desenrollar	Repetitiva	1	0,86	●					
4	Desacoplar y medir sobrante	Repetitiva	1	0,38	●					
5	Retirar sobrante del torno	Repetitiva	1	0,39	●					
6	Limpiar hoja de cuchilla del torno	Repetitiva	1	1,01	●					4,02/4= 1,01; Esta actividad es realizada cada 4 trozas, se indicó como frecuencia 1/3.
Resumen										
Actividad		Cantidad	Tiempo (min)	Distancia (m)	Observaciones					
Operación		6	3,48							
Transporte		0	0	0						
Inspección		0	0							
Demora		0	0							
Almacenaje		0	0							
TOTAL		6	3,48	0						

3.5 Estudio de tiempos

Para llevar a cabo la evaluación de los tiempos en el área de desenrollado de la empresa Arboriente S.A, se empleó el método de cronometraje vuelta a cero. Este método implica iniciar y detener el cronómetro al comienzo y finalización de cada actividad, reiniciándolo a cero antes de cada medición sucesiva hasta completar el estudio. El objetivo principal de este estudio es establecer los tiempos estándar para los procesos productivos. En relación con las mediciones de las distancias recorridas, se utilizó un instrumento certificado que asegura la obtención de medidas precisas y confiables.

3.5.1 Instrumentos de medición

En el desarrollo de estudio de tiempos, se empleó el cronómetro Elicrom PS 532, mientras que para la medición de las distancias se utilizó la cinta métrica Truper TP20ME. Estos instrumentos han sido meticulosamente calibrados y certificados para garantizar mediciones confiables y precisas. En los Anexos H y I se hallan, respectivamente, los certificados de calibración.

3.5.2 Procedimiento para el estudio de tiempos

1. Calcular el número de observaciones
2. Determinar el ritmo de trabajo de cada proceso con su actividad respectiva
3. Codificar las actividades por cada proceso y realizar matrices para calcular el tiempo normal
4. Definir los suplementos por cada proceso
5. Calcular tiempo estándar

3.5.3 Número de observaciones

Para determinar el número de observaciones necesario en el estudio, se ha empleado el método estadístico conocido como Ábaco de Lifson. El objetivo del estudio de

tiempos es conocer un estándar, por lo que es esencial realizar múltiples mediciones del tiempo de reloj para cada elemento en los procesos que abarca el área de desarrollado. El objetivo es obtener un promedio de tiempo representativo de cada elemento, compensando así las variaciones que puedan existir entre ellos.

Antes de utilizar el Ábaco de Lifson, se lleva a cabo la recolección de 10 muestras iniciales debido a que partimos de una lectura fija de observaciones. Esto nos permite determinar el valor máximo y mínimo de los datos recolectados. Posteriormente, calculamos el valor del coeficiente B mediante la aplicación de la fórmula que se presenta a continuación.

$$B = \frac{S - I}{S + I} \quad (1)$$

Donde:

S = Tiempo superior

I = Tiempo inferior

Después de calcular el coeficiente, se procede a asignar un valor tanto al riesgo como al error admisible. Es fundamental destacar que en este proceso se consideró un riesgo y un error del 2% y 5%, respectivamente.

a. Aplicación del método Ábaco de Lifson

Para comprender este método en el cálculo del número de observaciones, se ha desarrollado un ejemplo con la primera actividad del proceso de descortezado. En este caso, se determinaron las 10 observaciones preliminares, obteniendo un valor superior de $S = 0,93$ min y un valor inferior de $I = 0,73$ min; aplicando la Ecuación 1, se obtiene el coeficiente $B = 0,12$. Posteriormente, se ingresa a un gráfico donde se traza rectas con los respectivos valores de riesgo del 2% y del error admisible del 5%, permitiéndonos así determinar el número de muestras necesario para esta actividad.

Según se observa en la Figura 25, para un valor B de 0,12, se requieren 15 muestras con respecto a la primera actividad del proceso de descortezado. Este procedimiento se repite para cada elemento que integra cada proceso en el área de desenrollado.

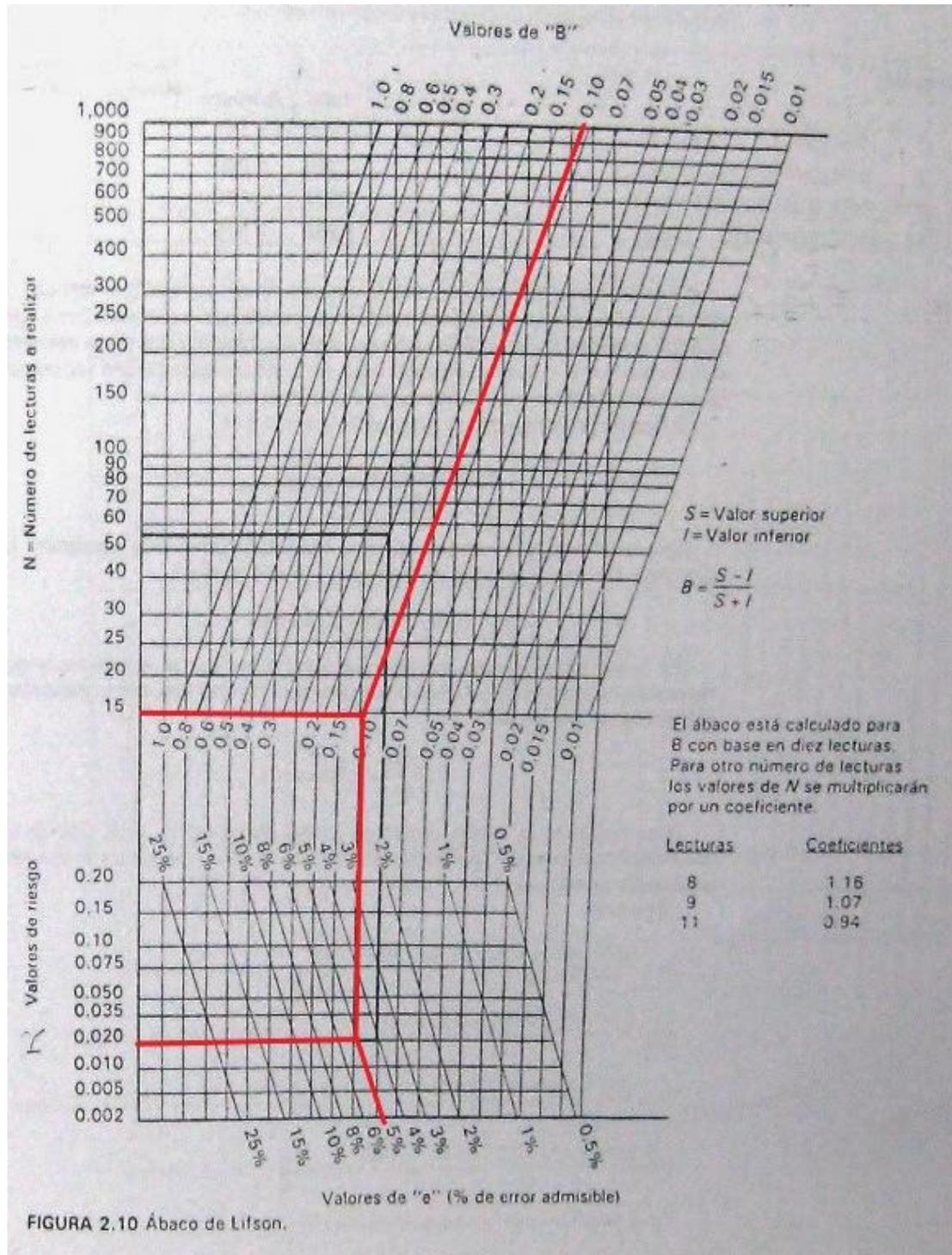


Figura 26. Determinación del número de observaciones

b. Cálculo del número de observaciones para el proceso de almacenamiento y selección de trozas

En la Tabla 28, se muestra el número de observaciones para cada actividad del subproceso de almacenamiento de trozas.

Tabla 28. Numero de observaciones – Almacenamiento de trozas

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial								
Numero de observaciones según método estadístico Ábaco de Lifson									
Área:	Desenrollado				Elaborado por:	Johan Flores			
Proceso:	Almacenamiento y selección de trozas				Revisado por:	Ing. Christian Ortiz			
Subproceso:	Almacenamiento de trozas				Aprobado por:	Ing. Christian Ortiz			
Actividad	Tiempo (min)					V. Inf	V. Sup	B	Lecturas
	1	2	3	4	5				
	6	7	8	9	10				
Descarga de trozas									
Fijar los apoyos de la grúa forestal	0,48	0,43	0,53	0,45	0,50	0,42	0,55	0,14	15
	0,42	0,47	0,55	0,52	0,42				
Contraer los apoyos de la grúa	0,48	0,47	0,50	0,43	0,45	0,40	0,52	0,13	15
	0,40	0,47	0,52	0,43	0,48				
Recibir al camión que transporta la materia prima	2,08	2,11	2,07	2,10	2,03	2,03	2,15	0,03	10
	2,10	2,08	2,15	2,07	2,10				
Descargar y clasificar las trozas del camión	19,32	17,48	17,48	17,94	18,86	16,50	19,78	0,09	10
	19,78	19,32	17,94	16,50	19,32				
Almacenamiento de trozas									
Fijar los apoyos de la grúa forestal	0,48	0,43	0,53	0,45	0,50	0,42	0,55	0,14	15
	0,42	0,47	0,55	0,52	0,42				
Contraer los apoyos de la grúa forestal	0,48	0,47	0,50	0,43	0,45	0,40	0,52	0,13	15
	0,40	0,47	0,52	0,43	0,48				
Seleccionar y cargar las trozas en la grúa forestal	3,96	4,41	4,41	4,55	3,78	3,78	4,55	0,09	10
	4,35	3,96	4,50	3,78	4,23				
Desplazar grúa desde el patio de recepción al patio de almacenamiento	3,45	3,52	3,55	3,64	3,39	3,35	3,64	0,04	10
	3,51	3,57	3,46	3,6	3,35				
Descargar y almacenar las trozas	3,58	3,42	3,42	3,51	3,59	2,97	3,59	0,09	10
	3,55	3,58	3,51	2,97	3,24				

En la Tabla 29, se muestra el número de observaciones para cada actividad del subproceso de la selección de trozas para la Peladora.

Tabla 29. Numero de observaciones – Selección de trozas/ Peladora

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial								
Numero de observaciones según método estadístico Ábaco de Lifson									
Área:	Desenrollado				Elaborado por:	Johan Flores			
Proceso:	Almacenamiento y selección				Revisado por:	Ing. Christian Ortiz			
Subproceso:	Selección de trozas para la Peladora				Aprobado por:	Ing. Christian Ortiz			
Actividad	Tiempo (min)					V. Inf	V. Sup	B	Lecturas
	1	2	3	4	5				
	6	7	8	9	10				
Desde el patio de recepción									
Fijar los apoyos de la grúa forestal	0,48	0,43	0,53	0,45	0,50	0,42	0,55	0,14	15
	0,42	0,47	0,55	0,52	0,42				
Contraer los apoyos de la grúa	0,48	0,47	0,50	0,43	0,45	0,40	0,52	0,13	15
	0,40	0,47	0,52	0,43	0,48				
Seleccionar y cargar las trozas en la grúa forestal	4,41	4,65	4,23	4,50	4,68	3,87	4,68	0,09	10
	3,87	4,65	4,32	4,59	3,96				
Desplazar grúa desde el patio de recepción al patio de descortezado	3,10	3,10	3,16	3,08	3,19	2,99	3,21	0,04	10
	3,13	3,21	2,99	3,14	3,03				
Descargar y apilar trozas	3,69	3,60	3,33	3,69	3,42	3,24	3,87	0,09	10
	3,51	3,87	3,24	3,78	3,42				
Desde el patio de almacenamiento									
Fijar los apoyos de la grúa forestal	0,48	0,43	0,53	0,45	0,50	0,42	0,55	0,14	15
	0,42	0,47	0,55	0,52	0,42				
Contraer los apoyos de la grúa	0,48	0,47	0,50	0,43	0,45	0,40	0,52	0,13	15
	0,40	0,47	0,52	0,43	0,48				
Seleccionar y cargar las trozas en la grúa forestal	4,52	4,43	4,60	4,38	4,55	4,23	4,65	0,05	10
	4,65	4,23	4,59	4,45	4,51				
Desplazar grúa al desde el patio de almacenamiento al patio de descortezado	4,35	4,09	4,01	4,39	3,95	3,85	4,39	0,07	10
	4,19	4,33	3,85	4,29	4,13				
Descargar y apilar trozas	3,56	3,45	3,72	3,36	3,68	3,29	3,78	0,07	10
	3,29	3,78	3,40	3,61	3,50				

En la Tabla 30, se muestra el número de observaciones para cada actividad del subproceso de la selección de trozas para la máquina Debarker.

Tabla 30. Numero de observaciones – Selección de trozas/ Debarker

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial								
Numero de observaciones según método estadístico Ábaco de Lifson									
Área:	Desenrollado				Elaborado por:	Johan Flores			
Proceso:	Almacenamiento y selección				Revisado por:	Ing. Christian Ortiz			
Subproceso:	Selección de trozas para la máquina Debarker				Aprobado por:	Ing. Christian Ortiz			
Actividad	Tiempo (min)					V. Inf	V. Sup	B	Lecturas
	1	2	3	4	5				
	6	7	8	9	10				
Desde el patio de recepción									
Fijar los apoyos de la grúa forestal	0,48	0,43	0,53	0,45	0,50	0,42	0,55	0,14	15
	0,42	0,47	0,55	0,52	0,42				
Contraer los apoyos de la grúa	0,48	0,47	0,50	0,43	0,45	0,40	0,52	0,13	15
	0,40	0,47	0,52	0,43	0,48				
Seleccionar y cargar las trozas en la grúa forestal	5,32	5,18	5,46	4,90	5,60	4,76	5,60	0,08	10
	5,32	4,76	5,04	5,46	5,18				
Desplazar grúa desde el patio de recepción al alimentador de la Debarker	3,10	3,10	3,16	3,08	3,19	2,99	3,21	0,04	10
	3,13	3,21	2,99	3,14	3,03				
Descargar y apilar trozas	4,81	5,07	4,55	5,20	4,94	4,42	5,20	0,08	10
	4,42	4,68	5,07	4,81	4,94				
Desde el patio de almacenamiento									
Fijar los apoyos de la grúa forestal	0,48	0,43	0,53	0,45	0,50	0,42	0,55	0,14	15
	0,42	0,47	0,55	0,52	0,42				
Contraer los apoyos de la grúa	0,48	0,47	0,50	0,43	0,45	0,40	0,52	0,13	15
	0,40	0,47	0,52	0,43	0,48				
Seleccionar y cargar las trozas en la grúa forestal	4,96	5,23	4,69	5,36	5,09	4,56	5,36	0,08	10
	4,56	4,82	5,23	4,96	5,09				
Desplazar grúa desde el patio de almacenamiento al alimentador de la Debarker	4,35	4,09	4,01	4,39	3,95	3,85	4,39	0,07	10
	4,19	4,33	3,85	4,29	4,13				
Descargar y apilar trozas	4,89	4,76	4,61	5,01	4,86	3,29	3,78	0,07	10
	4,47	4,73	4,99	4,76	4,89				

Es relevante destacar que las actividades del subproceso de gestión de residuos son ocasionales, ya que se llevan a cabo en intervalos irregulares y únicamente cuando se acumulan residuos o sobrantes. Por lo tanto, no se ha establecido un número fijo de observaciones, sino que se ha registrado un tiempo promedio para cada una de las actividades

c. Cálculo del número de observaciones para el proceso de descortezado

En la Tabla 31, se muestra el número de observaciones para cada actividad del subproceso de descortezado de trozas en la Peladora.

Tabla 31. Numero de observaciones – Descortezado de trozas / Peladora

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial								
Numero de observaciones según método estadístico Ábaco de Lifson									
Área:	Desenrollado			Elaborado por:	Johan Flores				
Proceso:	Descortezado de trozas			Revisado por:	Ing. Christian Ortiz				
Subproceso:	Descortezado de trozas en la Peladora			Aprobado por:	Ing. Christian Ortiz				
Actividad	Tiempo (min)					V. Inf	V. Sup	B	Lecturas
	1	2	3	4	5				
	6	7	8	9	10				
Trasladar puente grúa hasta posición inicial	0,73	0,82	0,93	0,77	0,77	0,73	0,93	0,12	15
	0,85	0,88	0,75	0,78	0,75				
Seleccionar y enganchar por lo extremos de cada troza.	0,65	0,57	0,56	0,58	0,60	0,52	0,65	0,11	15
	0,52	0,60	0,56	0,57	0,61				
Desplazar troza a la zona de pelado	0,68	0,71	0,72	0,67	0,68	0,60	0,77	0,12	15
	0,70	0,60	0,64	0,66	0,77				
Ubicar troza en el coche móvil de la peladora	0,38	0,33	0,34	0,34	0,41	0,33	0,43	0,13	15
	0,34	0,41	0,43	0,41	0,42				
Descortezar troza	2,58	2,52	2,75	1,70	2,01	1,70	2,75	0,24	40
	1,88	2,28	2,32	2,58	2,38				
Expulsar troza ala transportadora	0,30	0,27	0,30	0,27	0,27	0,26	0,30	0,07	10
	0,30	0,27	0,28	0,26	0,27				
Trasladar troza para crear espacio disponible	0,20	0,23	0,20	0,20	0,20	0,20	0,25	0,10	10
	0,25	0,23	0,23	0,23	0,25				
Registrar troza	0,48	0,47	0,50	0,53	0,51	0,47	0,60	0,12	15
	0,49	0,48	0,56	0,60	0,48				

En la Tabla 32, se muestra el número de observaciones para cada actividad del subproceso de descortezado de trozas en la máquina Debarker.

Tabla 32. Numero de observaciones – Descortezado de trozas / Debarker

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial								
Numero de observaciones según método estadístico Ábaco de Lifson									
Área:	Desenrollado		Elaborado por:	Johan Flores					
Proceso:	Descortezado de trozas		Revisado por:	Ing. Christian Ortiz					
Subproceso:	Descortezado de trozas en la máquina Debarker		Aprobado por:	Ing. Christian Ortiz					
Actividad	Tiempo (min)					V. Inf	V. Sup	B	Lecturas
	1	2	3	4	5				
	6	7	8	9	10				
Preparar y cargar troza	0,54	0,52	0,56	0,46	0,49	0,43	0,56	0,13	15
	0,45	0,45	0,45	0,44	0,43				
Descortezar troza	1,83	1,82	1,58	1,27	1,17	1,10	1,83	0,25	40
	1,25	1,37	1,10	1,58	1,30				
Expulsar troza a transportadora	0,48	0,42	0,43	0,48	0,47	0,42	0,53	0,12	15
	0,50	0,53	0,51	0,45	0,47				
Registrar troza	0,25	0,28	0,30	0,25	0,25	0,25	0,30	0,09	10
	0,27	0,30	0,26	0,30	0,28				

Es importante mencionar que algunas actividades que se realizan en cada máquina del descortezado de trozas son ocasionales y se llevan a cabo en intervalos irregulares. Por lo tanto, no se ha establecido un número fijo de observaciones, sino que se ha registrado un tiempo promedio para cada una de estas actividades ocasionales.

d. Cálculo del número de observaciones para el proceso de desenrollado de trozas

En la Tabla 33, se muestra el número de observaciones para cada actividad del subproceso de desenrollado de trozas llevado a cabo en el Torno Cremona.

Tabla 33. Numero de observaciones – Desenrollado de trozas / Torno Cremona

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial							
Numero de observaciones según método estadístico Ábaco de Lifson									
Área:	Desenrollado				Elaborado por:	Johan Flores			
Proceso:	Desenrollado de trozas				Revisado por:	Ing. Christian Ortiz			
Subproceso:	Desenrollado de trozas en el Torno Cremona				Aprobado por:	Ing. Christian Ortiz			
Actividad	Tiempo (min)					V. Inf	V. Sup	B	Lecturas
	1	2	3	4	5				
	6	7	8	9	10				
Enganchar troza y elevarla con grúa interna	0,39	0,36	0,38	0,38	0,39	0,36	0,48	0,14	15
	0,44	0,48	0,41	0,41	0,46				
Marcar centro de troza con patrón circular	0,36	0,42	0,42	0,36	0,34	0,34	0,42	0,10	10
	0,41	0,36	0,41	0,42	0,36				
Medir el diámetro de la troza	0,27	0,26	0,24	0,25	0,26	0,24	0,28	0,08	10
	0,27	0,28	0,25	0,27	0,28				
Registrar el diámetro de la troza ingresada	0,26	0,26	0,28	0,28	0,28	0,26	0,30	0,07	10
	0,26	0,27	0,28	0,30	0,30				
Acoplar troza en el torno	0,74	0,76	0,77	0,64	0,67	0,64	0,85	0,14	15
	0,77	0,85	0,81	0,77	0,80				
Redondear troza	0,87	1,33	1,13	0,90	0,95	0,80	1,33	0,25	40
	0,80	0,82	0,95	1,07	0,82				
Ubicar paleta móvil	0,27	0,28	0,25	0,23	0,26	0,23	0,29	0,10	10
	0,28	0,28	0,27	0,29	0,27				
Apilar intermedios en coche móvil	0,93	0,78	0,87	0,77	0,82	0,68	0,93	0,15	20
	0,78	0,82	0,78	0,90	0,68				
Transportar embobinadora al torno y prepararla	0,83	0,75	0,72	0,70	0,78	0,70	0,89	0,12	15
	0,89	0,72	0,78	0,85	0,73				
Desenrollar y embobinar chapa continua	2,57	1,82	2,82	2,53	2,20	1,78	2,97	0,25	40
	1,78	2,55	2,65	1,87	2,97				
Trasladar embobinadora a cizalla	0,73	0,68	0,70	0,58	0,58	0,58	0,73	0,12	15
	0,58	0,62	0,58	0,65	0,62				
Desacoplar curro sobrante	0,38	0,32	0,35	0,33	0,38	0,32	0,38	0,10	10
	0,38	0,34	0,32	0,36	0,34				
Registrar el sobrante de la troza	0,26	0,26	0,28	0,28	0,28	0,26	0,30	0,07	10
	0,26	0,27	0,28	0,30	0,30				

En la Tabla 34, se muestra el número de observaciones para cada actividad del subproceso de desenrollado de trozas llevado a cabo en el Torno Benecke.

Tabla 34. Numero de observaciones – Desenrollado de trozas / Torno Benecke

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial							
Numero de observaciones según método estadístico Ábaco de Lifson									
Área:	Desenrollado			Elaborado por:	Johan Flores				
Proceso:	Desenrollado de trozas			Revisado por:	Ing. Christian Ortiz				
Subproceso:	Desenrollado de trozas en el Torno Benecke.			Aprobado por:	Ing. Christian Ortiz				
Actividad	Tiempo (min)					V. Inf	V. Sup	B	Lecturas
	1	2	3	4	5				
	6	7	8	9	10				
Medir y registrar troza	0,37	0,36	0,40	0,35	0,38	0,35	0,41	0,08	10
	0,38	0,41	0,39	0,37	0,38				
Cargar troza al torno	0,46	0,49	0,45	0,45	0,45	0,43	0,49	0,06	10
	0,44	0,43	0,43	0,49	0,48				
Desenrollar	0,77	0,92	0,82	0,83	0,77	0,77	1,08	0,17	20
	0,92	1,08	0,85	0,78	1,02				
Desacoplar y medir sobrante	0,38	0,36	0,42	0,35	0,38	0,35	0,42	0,09	10
	0,36	0,41	0,39	0,35	0,38				
Retirar sobrante del torno	0,37	0,38	0,38	0,41	0,45	0,37	0,47	0,12	15
	0,43	0,47	0,41	0,42	0,44				

3.5.4 Valoración del ritmo de trabajo

La evaluación del desempeño de los operadores del área de desenrollado en la empresa Arboriente S.A. se llevó a cabo utilizando la tabla del método de Westinghouse. Este método de valoración es ampliamente utilizado en el sector industrial para realizar estudios de tiempos y movimientos, sin embargo, es importante tener en cuenta que la valoración del ritmo de trabajo no es una ciencia exacta, ya que siempre dependerá del criterio del especialista encargado de la evaluación.

Se empleó el método de Westinghouse para evaluar a los operarios considerando cuatro factores fundamentales, los cuales abarcan:

- **Habilidad:** Se refiere a la coordinación manual, conocimiento del trabajo, rapidez, destreza con las herramientas y equipos, seguridad en los movimientos.
- **Esfuerzo:** Se basa en la disposición para trabajar de manera efectiva, habilidad para realizar las tareas puntualmente.
- **Condiciones:** Se centra en los factores que inciden en los operarios y comprende instrumentos, maquinaria, temperatura, ventilación, iluminación y ruido.
- **Consistencia:** Se refiere al grado de variabilidad en los tiempos de ejecución de actividades.

El cálculo de este factor se inicia con la valoración de cada elemento, de acuerdo con el criterio del investigador y la tabla del método seleccionado (ver Figura 6). La puntuación final del método se obtiene mediante la Ecuación 5, que consiste en la suma algebraica de los factores mencionados anteriormente, a la cual se le agrega un valor unitario.

$$FD = (Vh + Ve + Vc + Vcs) + 1 \quad (5)$$

Donde:

FD = Factor de desempeño

Vh = Valoración de la habilidad

Ve = Valoración del esfuerzo

Vc = Valoración de las condiciones

Vcs = Valoración de la consistencia

En la Tabla 36, se muestra la valoración del ritmo de trabajo para cada actividad del del subproceso de la selección de trozas para la Peladora.

Tabla 36. Factor de desempeño - Selección de trozas/ Peladora

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial				
Cálculo del factor de desempeño según sistema Westinghouse						
Área:	Desenrollado	Elaborado por:	Johan Flores			
Proceso:	Almacenamiento y selección de trozas	Revisado por:	Ing. Christian Ortiz			
Subproceso:	Selección de trozas para la Peladora	Aprobado por:	Ing. Christian Ortiz			
Actividad	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Valoración	Factor de Desempeño
Desde el patio de recepción						
Fijar los apoyos de la grúa forestal	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
Contraer los apoyos de la grúa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
Seleccionar y cargar las trozas en la grúa forestal	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03	1,03
Desplazar grúa desde el patio de recepción al patio de descortezado	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
Descargar y apilar trozas	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03	1,03
Desde el patio de almacenamiento						
Fijar los apoyos de la grúa forestal	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
Contraer los apoyos de la grúa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
Seleccionar y cargar las trozas en la grúa forestal	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03	1,03
Desplazar grúa desde el patio de almacenamiento al patio de descortezado	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
Descargar y apilar trozas	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03	1,03

En la Tabla 37, se muestra la valoración del ritmo de trabajo para cada actividad del del subproceso de la selección de trozas para la máquina Debarker.

Tabla 37. Factor de desempeño - Selección de trozas/ Debarker

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial				
Cálculo del factor de desempeño según sistema Westinghouse						
Área:	Desenrollado	Elaborado por:	Johan Flores			
Proceso:	Almacenamiento y selección de trozas	Revisado por:	Ing. Christian Ortiz			
Subproceso:	Selección de trozas para la Debarker	Aprobado por:	Ing. Christian Ortiz			
Actividad	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Valoración	Factor de Desempeño
Desde el patio de recepción						
Fijar los apoyos de la grúa forestal	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
Contraer los apoyos de la grúa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
Seleccionar y cargar las trozas en la grúa forestal	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03	1,03
Desplazar grúa desde el patio de recepción al alimentador de la máquina Debarker	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
Descargar y apilar trozas	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03	1,03
Desde el patio de almacenamiento						
Fijar los apoyos de la grúa forestal	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
Contraer los apoyos de la grúa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
Seleccionar y cargar las trozas en la grúa forestal	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03	1,03
Desplazar grúa desde el patio de almacenamiento al alimentador de la máquina Debarker	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
Descargar y apilar trozas	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03	1,03

En la Tabla 38, se muestra la valoración del ritmo de trabajo para cada actividad del del subproceso de la gestión de residuos.

Tabla 38. Factor de desempeño – Gestión de residuos

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial				
Cálculo del factor de desempeño según sistema Westinghouse						
Área:	Desenrollado	Elaborado por:	Johan Flores			
Proceso:	Almacenamiento y selección de trozas	Revisado por:	Ing. Christian Ortiz			
Subproceso:	Gestión de residuos	Aprobado por:	Ing. Christian Ortiz			
Actividad	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Valoración	Factor de desempeño
Recolectar los residuos producidos en el patio de descortezado	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03	1,03
Desplazar los residuos al patio de desechos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
Carga y descarga de desechos con tractor	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03	1,03
Desplazar los desechos desde la zona de los desechos al punto de ingreso de la volqueta	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03	1,03
Recolectar los sobrantes de las trozas del torno	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03	1,00
Desplazar los residuos al patio de sobrantes	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00

b. Valoración del ritmo de trabajo del proceso de descortezado

En la Tabla 39, se muestra la valoración del ritmo de trabajo para cada actividad del del subproceso del descortezado de trozas en la Peladora.

Tabla 39. Factor de desempeño - Descortezado de trozas/ Peladora

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial				
Cálculo del factor de desempeño según sistema Westinghouse						
Área:	Desenrollado	Elaborado por:	Johan Flores			
Proceso:	Descortezado de trozas	Revisado por:	Ing. Christian Ortiz			
Subproceso:	Descortezado de trozas en la Peladora	Aprobado por:	Ing. Christian Ortiz			
Actividad	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Valoración	Factor de Desempeño
Trasladar puente grúa hasta posición inicial	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03	1,03
Seleccionar y enganchar por lo extremos de cada troza.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
Desplazar troza a la zona de pelado	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03	1,03
Ubicar troza en el coche móvil de la peladora	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03	1,03
Descortezar troza	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03	1,03
Expulsar troza ala transportadora	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
Trasladar troza para crear espacio disponible	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
Registrar troza	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
Limpiar zona de operación de la peladora	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03	1,03
Eliminar bloqueo de troza en la transportadora	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03	1,03
Organizar trozas para proceso en torno	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03	1,03

En la Tabla 40, muestra la valoración del ritmo de trabajo para cada actividad del proceso de descortezado llevado a cabo en la máquina Debarker.

Tabla 40. Factor de desempeño - Descortezado de trozas/ Debarker

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial				
Cálculo del factor de desempeño según sistema Westinghouse						
Área:	Desenrollado	Elaborado por:		Johan Flores		
Proceso:	Descortezado de trozas	Revisado por:		Ing. Christian Ortiz		
Subproceso:	Descortezado de trozas en la máquina Debarker	Aprobado por:		Ing. Christian Ortiz		
Actividad	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Valoración	Factor de Desempeño
Preparar y cargar troza	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03	1,03
Descortezar troza	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03	1,03
Expulsar troza a transportadora	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
Registrar troza	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
Limpiar zona de operación	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03	1,03

c. Valoración del ritmo de trabajo del proceso de desenrollado

En la Tabla 41, se muestra la valoración del ritmo de trabajo para cada actividad del subproceso de desenrollado llevado a cabo el Torno Cremona.

Tabla 41. Factor de desempeño – Desenrollado de trozas/ Torno Cremona

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial					
Cálculo del factor de desempeño según sistema Westinghouse						
Área:	Desenrollado	Elaborado por:	Johan Flores			
Proceso:	Desenrollado de trozas	Revisado por:	Ing. Christian Ortiz			
Subproceso:	Desenrollado de trozas en el Torno Cremona	Aprobado por:	Ing. Christian Ortiz			
Actividad	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Valoración	Factor de Desempeño
Enganchar troza y elevarla con grúa interna	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03	1,03
Marcar centro de troza con patrón circular	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
Medir el diámetro de la troza	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
Registrar el diámetro de la troza ingresada	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
Acoplar troza en el torno	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03	1,03
Redondear troza	0,06	0,00	0,00	-0,02	0,04	1,04
Ubicar paleta móvil	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
Apilar intermedios en coche	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03	1,03
Transportar embobinadora al torno y prepararla	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
Desenrollar y embobinar chapa continua	0,06	0,00	0,00	-0,02	0,04	1,04
Trasladar embobinadora a cizalla	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
Desacoplar curro sobrante	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
Registrar el sobrante de la troza	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
Trasladar paleta móvil a cizalla	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
Limpiar hoja de cuchilla del torno	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03	1,03
Retirar malformaciones en la madera	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03	1,03

En la Tabla 42, se muestra la valoración del ritmo de trabajo para cada actividad del subproceso de desenrollado llevado a cabo el Torno Benecke.

Tabla 42. Factor de desempeño – Desenrollado de trozas/ Torno Benecke

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial				
Cálculo del factor de desempeño según sistema Westinghouse						
Área:	Desenrollado	Elaborado por:	Johan Flores			
Proceso:	Desenrollado de trozas	Revisado por:	Ing. Christian Ortiz			
Subproceso:	Desenrollado de trozas en el Torno Benecke	Aprobado por:	Ing. Christian Ortiz			
Actividad	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Valoración	Factor de Desempeño
Medir y registrar troza	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
Cargar troza al torno	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03	1,03
Desenrollar	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03	1,03
Desacoplar y medir sobrante	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
Retirar sobrante del torno	0,03	0,00	0,00	-0,02	0,01	1,01
Limpia hoja de cuchilla del torno	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03	1,03

3.5.5 Codificación y cálculo del tiempo normal

Debido a que cada proceso dentro del área de desenrollado implica diversas actividades, se tomó la decisión de asignar códigos a cada uno de los elementos con el propósito de facilitar un buen manejo de información y optimizar el espacio en las matrices de cálculo. La codificación de todas las actividades se llevó a cabo siguiendo las mismas pautas; se asignaron letras del alfabeto en secuencia, comenzando con la letra (A) para identificar las operaciones. En cuanto a los transportes, se optó por numerarlos mediante la letra (T) seguida de un número de secuencia.

Para determinar el tiempo normal o básico de las diversas actividades en cada proceso, se aplica la Ecuación 2, como se muestra a continuación.

$$TN = TO \times FD \times F \quad (2)$$

Donde:

TO = Tiempo observado promedio

FD = Factor de desempeño

F = Frecuencia por ciclo

a. Cálculo del tiempo normal del proceso de almacenamiento y selección de trozas

La Tabla 43 detalla cada una de las actividades correspondientes al subproceso de almacenamiento de trozas, incluyendo su respectiva codificación.

Tabla 43. Codificación de actividades – Almacenamiento de trozas

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial		
Codificación de actividades			
Área:	Desenrollado de trozas	Elaborado por:	Johan Flores
Proceso:	Almacenamiento y selección de trozas	Revisado por:	Ing. Christian Ortiz
Subproceso:	Almacenamiento de trozas	Aprobado por:	Ing. Christian Ortiz
Descripción de la actividad		Código	Tipo de actividad
Descarga de trozas			
Fijar los apoyos de la grúa forestal		A	Mecánico
Contraer los apoyos de la grúa		B	Mecánico
Recibir al camión que transporta la materia prima		C	Repetitivo
Descargar y clasificar las trozas del camión		D	Repetitivo
Almacenamiento de trozas			
Fijar los apoyos de la grúa forestal		A	Mecánico
Contraer los apoyos de la grúa forestal		B	Mecánico
Seleccionar y cargar las trozas en la grúa forestal		C	Repetitivo
Desplazar grúa desde el patio de recepción al patio de almacenamiento		T1	Repetitivo
Descargar y almacenar las trozas		D	Repetitivo

En la Tabla 44, se presenta el cálculo del tiempo normal de cada actividad del subproceso del almacenamiento de trozas, con su respectiva frecuencia por ciclo.

Tabla 44. Tiempo Normal - Almacenamiento de trozas

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial											
Cálculo del Tiempo Normal													
Área:		Desenrollado				Elaborado por:				Johan Flores			
Proceso:		Almacenamiento y selección de trozas				Revisado por:				Ing. Christian Ortiz			
Subproceso:		Almacenamiento de trozas				Aprobado por:				Ing. Christian Ortiz			
Act	N° Obs	Numero de observaciones (min)								TO	FD	F	TN
		1	2	3	4	5	6	7	8				
		9	10	11	12	13	14	15					
Descarga de trozas													
A	15	0,48	0,43	0,53	0,45	0,50	0,42	0,47	0,55	0,48	1,00	1/1	0,48
		0,52	0,42	0,49	0,44	0,52	0,46	0,51					
B	15	0,48	0,47	0,50	0,43	0,45	0,40	0,47	0,52	0,46	1,00	1/1	0,46
		0,43	0,48	0,48	0,47	0,50	0,43	0,45					
C	10	2,08	2,11	2,07	2,10	2,03	2,10	2,08	2,15	2,09	1,00	1/1	2,09
		2,07	2,10										
D	10	19,3	17,5	17,4	17,9	18,9	19,8	19,3	17,9	18,39	1,03	1/1	18,95
		16,5	19,3										
Almacenamiento													
A	15	0,48	0,43	0,53	0,45	0,50	0,42	0,47	0,55	0,48	1,00	2/1	0,96
		0,52	0,42	0,49	0,44	0,52	0,46	0,51					
B	15	0,48	0,47	0,50	0,43	0,45	0,40	0,47	0,52	0,46	1,00	2/1	0,96
		0,43	0,48	0,48	0,47	0,50	0,43	0,45					
C	10	3,96	4,41	4,41	4,55	3,78	4,35	3,96	4,50	4,19	1,03	1/1	4,32
		3,78	4,23										
T1	10	3,45	3,52	3,55	3,64	3,39	3,51	3,57	3,46	3,50	1,00	1/1	3,50
		3,60	3,35										
D	10	3,58	3,42	3,42	3,51	3,59	3,55	3,58	3,51	3,44	1,03	1/1	3,54
		2,97	3,24										
TO: Tiempo Observado; FD: Factor de Desempeño; F: Frecuencia por ciclo; TN: Tiempo Normal													

La Tabla 45 detalla cada una de las actividades correspondientes al subproceso de la selección de trozas para la Peladora, incluyendo su respectiva codificación.

Tabla 45. Codificación de actividades – Selección de trozas/ Peladora

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial		
Codificación de actividades			
Área:	Desenrollado	Elaborado por:	Johan Flores
Proceso:	Almacenamiento y selección de trozas	Revisado por:	Ing. Christian Ortiz
Subproceso:	Selección de trozas para la Peladora	Aprobado por:	Ing. Christian Ortiz
Descripción de la actividad		Código	Tipo de actividad
Desde el patio de recepción			
Fijar los apoyos de la grúa forestal		A	Mecánica
Contraer los apoyos de la grúa		B	Mecánica
Seleccionar y cargar las trozas en la grúa forestal		C	Repetitivo
Desplazar grúa desde el patio de recepción al patio de descortezado		T1	Repetitivo
Descargar y apilar trozas		D	Repetitivo
Desde el patio de almacenamiento			
Fijar los apoyos de la grúa forestal		A	Mecánica
Contraer los apoyos de la grúa		B	Mecánica
Seleccionar y cargar las trozas en la grúa forestal		C	Repetitivo
Desplazar grúa desde el patio de almacenamiento al patio de descortezado		T1	Repetitivo
Descargar y apilar trozas		D	Repetitivo

En la Tabla 46, se presenta el cálculo del tiempo normal de cada actividad del subproceso de la selección de trozas de la Peladora, con su respectiva frecuencia por ciclo.

Tabla 46. Tiempo Normal - Selección de trozas/ Peladora

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial											
Cálculo del Tiempo Normal													
Área:		Desenrollado				Elaborado por:				Johan Flores			
Proceso:		Almacenamiento y selección				Revisado por:				Ing. Christian Ortiz			
Subproceso:		Selección de trozas para la Peladora				Aprobado por:				Ing. Christian Ortiz			
Act	Nº Obs	Numero de observaciones (min)								TO	FD	F	TN
		1	2	3	4	5	6	7	8				
		9	10	11	12	13	14	15					
Desde el patio de recepción													
A	15	0,48	0,43	0,53	0,45	0,50	0,42	0,47	0,55	0,48	1,00	2/1	0,96
		0,52	0,42	0,49	0,44	0,52	0,46	0,51					
B	15	0,48	0,47	0,50	0,43	0,45	0,40	0,47	0,52	0,46	1,00	2/1	0,92
		0,43	0,48	0,48	0,47	0,50	0,43	0,45					
C	10	4,41	4,65	4,23	4,50	4,68	3,87	4,65	4,32	4,39	1,03	1/1	4,52
		4,59	3,96										
T1	10	3,10	3,10	3,16	3,08	3,19	3,13	3,21	2,99	3,11	1,00	1/1	3,11
		3,14	3,03										
D	10	3,69	3,60	3,33	3,69	3,42	3,51	3,87	3,24	3,56	1,03	1/1	3,66
		3,78	3,42										
Desde el patio de almacenamiento													
A	15	0,48	0,43	0,53	0,45	0,50	0,42	0,47	0,55	0,48	1,00	2/1	0,96
		0,52	0,42	0,49	0,44	0,52	0,46	0,51					
B	15	0,48	0,47	0,50	0,43	0,45	0,40	0,47	0,52	0,46	1,00	2/1	0,92
		0,43	0,48	0,48	0,47	0,50	0,43	0,45					
C	10	4,52	4,43	4,60	4,38	4,55	4,65	4,23	4,59	4,49	1,03	1/1	4,63
		4,45	4,51										
T1	10	4,35	4,09	4,01	4,39	3,95	4,19	4,33	3,85	4,16	1,00	1/1	4,16
		4,29	4,13										
D	10	3,56	3,45	3,72	3,36	3,68	3,29	3,78	3,40	3,54	1,03	1/1	3,64
		3,61	3,50										
TO: Tiempo Observado; FD: Factor de Desempeño; F: Frecuencia por ciclo; TN: Tiempo Normal													

La Tabla 47 detalla cada una de las actividades correspondientes al subproceso de la selección de trozas para la máquina Debarker, incluyendo su respectiva codificación.

Tabla 47. Codificación de actividades – Selección de trozas/ Debarker

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial		
Codificación de actividades			
Área:	Desenrollado	Elaborado por:	Johan Flores
Proceso:	Almacenamiento y selección de trozas	Revisado por:	Ing. Christian Ortiz
Subproceso:	Selección de trozas para la máquina Debarker	Aprobado por:	Ing. Christian Ortiz
Descripción de la actividad		Código	Tipo de actividad
Desde el patio de recepción			
Fijar los apoyos de la grúa forestal		A	Mecánica
Contraer los apoyos de la grúa		B	Mecánica
Seleccionar y cargar las trozas en la grúa forestal		C	Repetitivo
Desplazar grúa desde el patio de recepción al alimentador de la máquina Debarker		T1	Repetitivo
Descargar y apilar trozas		D	Repetitivo
Desde el patio de almacenamiento			
Fijar los apoyos de la grúa forestal		A	Mecánica
Contraer los apoyos de la grúa		B	Mecánica
Seleccionar y cargar las trozas en la grúa forestal		C	Repetitivo
Desplazar grúa desde el patio de almacenamiento al alimentador de la máquina Debarker		T1	Repetitivo
Descargar y apilar trozas		D	Repetitivo

En la Tabla 48, se presenta el cálculo del tiempo normal de cada actividad del subproceso de la selección de trozas de la máquina Debarker, con su respectiva frecuencia por ciclo.

Tabla 48. Tiempo Normal - Selección de trozas/ Debarker

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial											
Cálculo del Tiempo Normal													
Área:		Desenrollado				Elaborado por:				Johan Flores			
Proceso:		Almacenamiento y selección				Revisado por:				Ing. Christian Ortiz			
Subproceso:		Selección de trozas para la máquina Debarker				Aprobado por:				Ing. Christian Ortiz			
Act	Nº Obs	Numero de observaciones (min)								TO	FD	F	TN
		1	2	3	4	5	6	7	8				
		9	10	11	12	13	14	15					
Desde el patio de recepción													
A	15	0,48	0,43	0,53	0,45	0,50	0,42	0,47	0,55	0,48	1,00	2/1	0,96
		0,52	0,42	0,49	0,44	0,52	0,46	0,51					
B	15	0,48	0,47	0,50	0,43	0,45	0,40	0,47	0,52	0,46	1,00	2/1	0,92
		0,43	0,48	0,48	0,47	0,50	0,43	0,45					
C	10	5,32	5,18	5,46	4,90	5,60	5,32	4,76	5,04	5,22	1,03	1/1	5,38
		5,46	5,18										
T2	10	3,10	3,10	3,16	3,08	3,19	3,13	3,21	2,99	3,11	1,00	1/1	3,11
		3,14	3,03										
D	10	4,81	5,07	4,55	5,2	4,94	4,42	4,68	5,07	4,85	1,03	1/1	4,99
		4,81	4,94										
Desde el patio de almacenamiento													
A	15	0,48	0,43	0,53	0,45	0,50	0,42	0,47	0,55	0,48	1,00	2/1	0,96
		0,52	0,42	0,49	0,44	0,52	0,46	0,51					
B	15	0,48	0,47	0,50	0,43	0,45	0,40	0,47	0,52	0,46	1,00	2/1	0,92
		0,43	0,48	0,48	0,47	0,50	0,43	0,45					
C	10	4,96	5,23	4,69	5,36	5,09	4,56	4,82	5,23	5,00	1,03	1/1	5,15
		4,96	5,09										
T2	10	4,35	4,09	4,01	4,39	3,95	4,19	4,33	3,85	4,16	1,00	1/1	4,16
		4,29	4,13										
D	10	4,89	4,76	4,61	5,01	4,86	4,47	4,73	4,99	4,80	1,03	1/1	4,94
		4,76	4,89										
TO: Tiempo Observado; FD: Factor de Desempeño; F: Frecuencia por ciclo; TN: Tiempo Normal													

Es relevante mencionar que las actividades del subproceso de gestión de residuos son ocasionales, ya que se llevan a cabo únicamente cuando se acumulan residuos o sobrantes. Por lo tanto, en cada elemento ocasional se ha ingresado un tiempo promedio con su respectiva frecuencia por ciclo. La Tabla 49 detalla cada una de las actividades correspondientes al subproceso de la gestión de residuos, incluyendo su

respectiva codificación. Mientras que en la en la Tabla 50, se presenta el cálculo del tiempo normal de cada actividad.

Tabla 49. Codificación de actividades – Gestión de residuos

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial		
Codificación de actividades			
Área:	Desenrollado de trozas	Elaborado por:	Johan Flores
Proceso:	Almacenamiento y selección de trozas	Revisado por:	Ing. Christian Ortiz
Subproceso:	Gestión de residuos	Aprobado por:	Ing. Christian Ortiz
Descripción de la actividad		Código	Tipo de actividad
Recolectar los residuos producidos en el patio de descortezado		A	Casual
Desplazar los residuos desde el patio de descortezado al patio de desechos		T1	Casual
Carga y descarga de desechos con tractor		B	Casual
Desplazar los desechos desde la zona de los desechos al punto de ingreso de la volqueta		T2	Casual
Recolectar los sobrantes de las trozas del torno		C	Casual
Desplazar grúa desde la zona de los sobrantes al patio de sobrantes del torno		T3	Casual

Tabla 50. Tiempo Normal – Gestión de residuos

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial												
Cálculo del Tiempo Normal													
Área:	Desenrollado	Elaborado por:	Johan Flores										
Proceso:	Almacenamiento y selección de trozas	Revisado por:	Ing. Christian Ortiz										
Subproceso:	Gestión de residuos	Aprobado por:	Ing. Christian Ortiz										
Act	N° Obs	Numero de observaciones (min)								TO	FD	F	TN
		1	2	3	4	5	6	7	8				
A	1	23,40								23,40	1,03	1/1	24,10
T1	1	4,90								4,90	1,00	1/1	4,90
B	1	2,92								2,92	1,03	1/1	3,01
T2	1	7,84								7,84	1,03	1/1	8,07
C	1	3,90								3,90	1,03	1/1	4,02
T3	1	2,04								2,04	1,00	1/1	2,04
TO: Tiempo Observado; FD: Factor de Desempeño; F: Frecuencia por ciclo; TN: Tiempo Normal													

b. Cálculo del tiempo normal del proceso de descortezado

La Tabla 51 detalla cada una de las actividades correspondientes al subproceso del descortezado de trozas en la Peladora, incluyendo su respectiva codificación.

Tabla 51. Codificación de actividades – Descortezado de trozas / Peladora

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial			
Codificación de actividades					
Área:	Desenrollado	Elaborado por:	Johan Flores		
Proceso:	Descortezado de trozas	Revisado por:	Ing. Christian Ortiz		
Subproceso:	Descortezado de trozas en la Peladora	Aprobado por:	Ing. Christian Ortiz		
Descripción de la actividad		Código	Tipo de actividad		
Trasladar puente grúa hasta posición inicial		T1	Repetitivo		
Seleccionar y enganchar por lo extremos de cada troza.		A	Repetitivo		
Desplazar troza a la zona de pelado		T2	Repetitivo		
Ubicar troza en el coche móvil de la peladora		B	Repetitivo		
Descortezar troza		C	Repetitivo		
Expulsar troza ala transportadora		D	Mecánico		
Trasladar troza para crear espacio disponible		E	Mecánico		
Registrar troza		F	Repetitivo		
Actividades casuales					
Limpiar zona de operación de la peladora		G	Casual		
Eliminar bloqueo de troza en la transportadora		H	Casual		
Organizar trozas para proceso en torno		I	Casual		

Es relevante mencionar que ciertas actividades llevadas a cabo en la Peladora son ocasionales, ya que se realizan únicamente cuando se acumulan residuos en la zona de pelado, hay bloqueo de troza en la transportadora y cuando se organiza las trozas una vez que se han desplazado por la transportadora. Por lo tanto, se ha decidido incluirlas en el estudio de tiempos, ya que son parte integral del trabajo productivo y deben sumarse al tiempo estándar. Para cada elemento ocasional se ha registrado un tiempo promedio junto con su respectiva frecuencia por ciclo.

En la Tabla 52, se presenta el cálculo del tiempo normal de cada actividad del subproceso del desenrollado de trozas en la Peladora, con su respectiva frecuencia por ciclo.

Tabla 52. Tiempo Normal - Descortezado de trozas / Peladora

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial											
Cálculo del Tiempo Normal													
Área:		Desenrollado				Elaborado por:				Johan Flores			
Proceso:		Descortezado de trozas				Revisado por:				Ing. Christian Ortiz			
Subproceso:		Descortezado de trozas en la Peladora				Aprobado por:				Ing. Christian Ortiz			
Act	Nº Obs	Numero de observaciones (min)								TO	FD	F	TN
		1	2	3	4	5	6	7	8				
Actividades repetitivas:													
T1	15	0,73	0,82	0,93	0,77	0,77	0,85	0,88	0,75	0,79	1,03	1/1	0,81
		0,78	0,75	0,79	0,88	0,76	0,8	0,72					
A	15	0,65	0,57	0,56	0,58	0,60	0,52	0,60	0,56	0,58	1,00	1/1	0,58
		0,57	0,61	0,54	0,63	0,55	0,58	0,62					
T2	15	0,68	0,71	0,72	0,67	0,68	0,70	0,60	0,64	0,68	1,03	1/1	0,70
		0,66	0,77	0,63	0,71	0,68	0,66	0,73					
B	15	0,38	0,33	0,34	0,34	0,41	0,34	0,41	0,43	0,38	1,01	1/1	0,39
		0,41	0,42	0,42	0,36	0,4	0,33	0,43					
C	40	2,35	1,70	2,52	1,35	1,30	2,32	1,75	2,28	2,06	1,03	1/1	2,12
		2,22	1,88	1,53	2,02	2,07	2,60	2,25	2,20				
		2,15	2,38	1,88	1,53	2,42	2,40	1,43	1,48				
		1,35	1,08	1,08	1,57	1,08	2,13	3,07	2,95				
		2,92	2,38	2,57	2,25	2,57	2,25	1,95	3,22				
D	10	0,30	0,28	0,27	0,30	0,27	0,27	0,30	0,27	0,28	1,00	1/1	0,28
		0,26	0,27										
E	10	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,25	0,23	0,23	0,22	1,00	1/1	0,22
		0,23	0,25										
F	15	0,29	0,29	0,33	0,37	0,30	0,28	0,31	0,28	0,31	1,00	1/1	0,31
		0,30	0,29	0,31	0,29	0,35	0,28	0,32					
Actividades casuales:													
G	1	2,18								2,18	1,03	1/6	0,37
H	1	4,12								4,12	1,03	1/10	0,42
I	1	20,95								20,95	1,03	1/17	1,27
TO: Tiempo Observado; FD: Factor de Desempeño; F: Frecuencia por ciclo; TN: Tiempo Normal													

La Tabla 53 detalla cada una de las actividades correspondientes al subproceso del descortezado de trozas en la máquina Debarker, incluyendo su respectiva codificación.

Tabla 53. Codificación de actividades – Descortezado de trozas / Debarker

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial		
Codificación de actividades			
Área:	Desenrollado	Elaborado por:	Johan Flores
Proceso:	Descortezado de trozas	Revisado por:	Ing. Christian Ortiz
Subproceso:	Descortezado de trozas en la máquina Debarker	Aprobado por:	Ing. Christian Ortiz
Descripción de la actividad		Código	Tipo de actividad
Preparar y cargar troza		A	Repetitivo
Descortezar troza		B	Repetitivo
Expulsar troza a transportadora		C	Mecánico
Registrar troza		D	Repetitivo
Actividades casuales			
Limpiar zona de operación		E	Casual

Para cada elemento ocasional se ha registrado un tiempo promedio junto con su respectiva frecuencia por ciclo. En la Tabla 54, se presenta el cálculo del tiempo normal de cada actividad.

Tabla 54. Tiempo Normal - Descortezado de trozas / Debarker

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial												
Cálculo del Tiempo Normal													
Área:	Desenrollado	Elaborado por:	Johan Flores										
Proceso:	Descortezado de trozas	Revisado por:	Ing. Christian Ortiz										
Subproceso:	Descortezado de trozas en la máquina Debarker	Aprobado por:	Ing. Christian Ortiz										
Act	Nº Obs	Numero de observaciones (min)								TO	FD	F	TN
		1	2	3	4	5	6	7	8				
		9	10	11	12	13	14	15					
Actividades repetitivas:													
A	15	0,54	0,52	0,56	0,46	0,49	0,45	0,45	0,45	0,48	1,03	1/1	0,50
B	40	0,95	0,97	0,93	0,91	0,89	1,15	0,90	0,93	0,96	1,03	1,00	0,99
		0,96	0,82	1,18	0,94	0,92	0,86	0,94	0,95				
		1,02	1,14	0,98	0,80	0,91	0,96	1,12	1,08				
		0,79	0,97	1,05	1,02	1,03	1,00	0,78	0,97				
		0,96	0,92	0,79	0,98	1,10	1,05	0,95	0,92				

Act	N° Obs	Numero de observaciones (min)								TO	FD	F	TN
		1	2	3	4	5	6	7	8				
		9	10	11	12	13	14	15					
C	15	0,48	0,42	0,43	0,48	0,47	0,50	0,53	0,51	0,47	1,00	1/1	0,47
		0,45	0,47	0,49	0,5	0,44	0,48	0,47					
D	10	0,25	0,28	0,30	0,25	0,25	0,27	0,30	0,26	0,27	1,00	1/1	0,27
		0,30	0,28										
Actividades casuales:													
E	1	5,28								5,28	1,03	1/7	0,78
TO: Tiempo Observado; FD: Factor de Desempeño; F: Frecuencia por ciclo; TN: Tiempo Normal													

c. Cálculo del tiempo normal del proceso de desarrollado

La Tabla 55 detalla cada una de las actividades correspondientes al desarrollado de trozas en el Torno Cremona, incluyendo su respectiva codificación.

Tabla 55. Codificación de actividades – Desenrollado de trozas / Torno Cremona

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial		
Codificación de actividades			
Área:	Desenrollado	Elaborado por:	Johan Flores
Proceso:	Desenrollado de trozas	Revisado por:	Ing. Christian Ortiz
Subproceso:	Desenrollado de trozas en el Torno Cremona	Aprobado por:	Ing. Christian Ortiz
Descripción de la actividad		Código	Tipo de actividad
Enganchar troza y elevarla con grúa interna		A	Repetitivo
Marcar centro de troza con patrón circular		B	Repetitivo
Medir el diámetro de la troza		C	Repetitivo
Registrar el diámetro de la troza ingresada		D	Repetitivo
Acoplar troza en el torno		E	Repetitivo
Redondear troza		F	Repetitivo
Ubicar paleta móvil		G	Repetitivo
Apilar intermedios en coche		H	Repetitivo
Transportar embobinadora al torno y prepararla		I	Repetitivo
Desenrollar y embobinar chapa continua		J	Repetitivo
Trasladar embobinadora a cizalla		T1	Repetitivo
Desacoplar curro sobrante		K	Repetitivo
Registrar el sobrante de la troza		L	Repetitivo
Actividades casuales			
Trasladar paleta móvil a cizalla		T2	Casual
Limpiar hoja de cuchilla del torno		M	Casual
Retirar malformaciones en la madera		N	Casual

Es relevante mencionar que ciertas actividades llevadas a cabo en el Torno Cremona son ocasionales, ya que se realizan únicamente cuando se acumulan residuos en la hoja de cuchilla del torno, malformaciones en la madera y el traslado de la paleta móvil a la cizalla. Por lo tanto, se ha decidido incluirlas en el estudio de tiempos, ya que son parte integral del trabajo productivo y deben sumarse al tiempo estándar. Para cada elemento ocasional se ha registrado un tiempo promedio junto con su respectiva frecuencia por ciclo.

La Tabla 56, se presenta el cálculo del tiempo normal de cada actividad del desenrollado de trozas llevado a cabo en el Torno Cremona.

Tabla 56. Tiempo Normal - Desenrollado de trozas / Torno Cremona

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial											
Cálculo del Tiempo Normal													
Área:		Desenrollado				Elaborado por:				Johan Flores			
Proceso:		Desenrollado de trozas				Revisado por:				Ing. Christian Ortiz			
Subproceso:		Desenrollado de trozas en el Torno Cremona				Aprobado por:				Ing. Christian Ortiz			
Act	Nº Obs	Numero de observaciones (min)								TO	FD	F	TN
		1	2	3	4	5	6	7	8				
Actividades repetitivas:													
A	15	0,39	0,36	0,38	0,38	0,39	0,44	0,48	0,41	0,41	1,03	1/1	0,42
		0,41	0,46	0,43	0,41	0,37	0,39	0,46					
B	10	0,36	0,42	0,42	0,36	0,34	0,41	0,36	0,41	0,39	1,00	1/1	0,39
		0,42	0,36										
C	10	0,27	0,26	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,25	0,26	1,00	1/1	0,26
		0,27	0,28										
D	10	0,26	0,26	0,28	0,28	0,28	0,26	0,27	0,28	0,28	1,00	1/1	0,28
		0,30	0,30										
E	15	0,74	0,76	0,77	0,64	0,67	0,77	0,85	0,81	0,77	1,03	1/1	0,79
		0,77	0,80	0,77	0,84	0,79	0,75	0,79					
F	40	0,87	1,33	1,13	0,90	0,95	0,80	0,82	0,95	0,94	1,04	1/1	0,98
		1,07	0,82	0,87	0,80	0,90	0,55	0,90	0,82				
		0,95	1,17	0,82	0,83	0,86	0,82	0,77	1,17				
		0,95	1,07	1,13	1,33	0,95	0,82	1,05	0,91				
		0,84	0,93	1,09	0,88	0,92	1,02	1,15	0,87				
G	10	0,27	0,28	0,25	0,23	0,26	0,28	0,28	0,27	0,27	1,00	1/1	0,27
		0,29	0,27										

Act	N° Obs	Numero de observaciones (min)								TO	FD	F	TN
		1	2	3	4	5	6	7	8				
		9	10	11	12	13	14	15					
H	20	0,93	0,78	0,87	0,77	0,82	0,78	0,82	0,78	0,81	1,03	1/1	0,83
		0,90	0,68	1,25	0,95	0,82	0,73	0,55	0,82				
		0,78	0,72	0,93	0,58								
I	15	0,83	0,75	0,72	0,70	0,78	0,89	0,72	0,78	0,78	1,00	1/1	0,78
		0,85	0,73	0,82	0,69	0,79	0,85	0,73					
J	40	2,57	1,82	2,82	2,53	2,20	1,78	2,55	2,65	2,12	1,04	1/1	2,20
		1,87	2,97	2,53	2,20	1,78	2,57	1,82	2,82				
		2,38	1,50	3,05	2,38	1,13	0,82	2,40	2,18				
		1,38	1,25	0,80	1,27	1,63	1,33	2,48	1,95				
		2,75	2,60	2,15	1,85	2,50	2,62	1,90	2,92				
T1	15	0,73	0,68	0,70	0,58	0,58	0,58	0,62	0,58	0,62	1,00	1/1	0,62
		0,65	0,62	0,56	0,63	0,6	0,66	0,59					
K	10	0,38	0,32	0,35	0,33	0,38	0,38	0,34	0,32	0,35	1,00	1/1	0,35
		0,36	0,34										
L	10	0,26	0,26	0,28	0,28	0,28	0,26	0,27	0,28	0,28	1,00	1/1	0,28
		0,30	0,30										
Actividades casuales:													
T2	1	0,35								0,35	1,00	1/4	0,09
M	1	3,67								3,67	1,03	1/3	1,26
N	1	5,13								5,13	1,03	1/5	1,06
TO: Tiempo Observado; FD: Factor de Desempeño; F: Frecuencia por ciclo; TN: Tiempo Normal													

La Tabla 57 detalla cada una de las actividades correspondientes al desenrollado de trozas en el Torno Cremona, incluyendo su respectiva codificación.

Tabla 57. Codificación de actividades - Desenrollado de trozas / Torno Benecke

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial		
Codificación de actividades			
Área:	Desenrollado	Elaborado por:	Johan Flores
Proceso:	Desenrollado de trozas	Revisado por:	Ing. Christian Ortiz
Subproceso:	Desenrollado de trozas en el Torno Cremona	Aprobado por:	Ing. Christian Ortiz
Descripción de la actividad		Código	Tipo de actividad
Medir y registrar troza		A	Repetitivo
Cargar troza al torno		B	Repetitivo
Desenrollar		C	Repetitivo
Desacoplar y medir sobrante		D	Repetitivo
Retirar sobrante del torno		E	Repetitivo
Actividades casuales			
Limpiar hoja de cuchilla del torno		F	Casual

Para cada elemento ocasional se ha registrado un tiempo promedio junto con su respectiva frecuencia por ciclo. En la Tabla 58, se presenta el cálculo del tiempo normal de cada actividad.

Tabla 58. Tiempo Normal - Desenrollado de trozas / Torno Benecke

Act		Numero de observaciones (min)								TO	FD	F	TN
N° Obs		1	2	3	4	5	6	7	8				
Actividades repetitivas:													
A	10	0,37	0,36	0,40	0,35	0,38	0,38	0,41	0,39	0,38	1,00	1/1	0,38
		0,37	0,38										
B	10	0,46	0,49	0,45	0,45	0,45	0,44	0,43	0,43	0,46	1,03	1/1	0,47
		0,49	0,48										
C	20	0,77	0,92	0,82	0,83	0,77	0,77	0,92	1,03	0,86	1,03	1/1	0,88
		0,85	0,78	1,02	0,78	0,85	0,78	1,07	0,92				
		0,80	0,90	0,79	0,76								
D	10	0,38	0,36	0,42	0,35	0,38	0,36	0,41	0,39	0,38	1,00	1/1	0,38
		0,35	0,38										
E	15	0,37	0,38	0,38	0,41	0,45	0,43	0,47	0,41	0,39	1,01	1/1	0,39
		0,42	0,44	0,38	0,40	0,40	0,43	0,42					
Actividades casuales:													
F	1	4,02								4,02	1,03	1/4	1,04
TO: Tiempo Observado; FD: Factor de Desempeño; F: Frecuencia por ciclo; TN: Tiempo Normal													

3.5.6 Cálculo de suplementos

Para determinar los suplementos, se asignan porcentajes constantes basados en necesidades personales y fatiga. Adicionalmente, se incorporan suplementos variables considerando los valores sugeridos por la OIT. Es esencial tener en cuenta que la evaluación varía según el género del operado, siendo fundamental considerar que, en el área de desenrollado, solo se emplea personal masculino. Al igual que la valoración del ritmo de trabajo, los suplementos se asignaron de manera independiente para cada una de las actividades dentro de cada proceso.

a. *Cálculo de suplementos para el proceso de almacenamiento y selección de trozas*

En la Tabla 59, se muestran los suplementos considerados para el almacenamiento de trozas.

Tabla 59. Suplementos – Almacenamiento de trozas

			UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial												
Cálculo de Suplementos (OIT)															
Área:			Desenrollado					Elaborado por:			Johan Flores				
Proceso:			Almacenamiento y selección de trozas					Revisado por:			Ing. Christian Ortiz				
Subproceso:			Almacenamiento de trozas					Aprobado por:			Ing. Christian Ortiz				
N°	Elemento	Sexo operador	Constantes		Variables										TOTAL %
			Necesidades personales	Fatiga	Trabajo de pie	Postura anormal	Uso de la fuerza	Mala iluminación	Condiciones atmosféricas	Concentración intensa	Ruido	Tensión mental	Monotonía	Tedio	
Descarga de trozas															
1	A	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	B	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	C	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	D	M	5	4	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	11
Almacenamiento de trozas															
1	A	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	B	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	C	M	5	4	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	11
4	T1	M	5	4	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	11
5	D	M	5	4	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	11

En el almacenamiento de trozas, el operador encargado maneja la grúa forestal, lo que le permite el trasladarse a los diferentes patios para llevar a cabo sus respectivas actividades. Por lo tanto, no se consideró ningún tipo de suplemento para las actividades mecánicas y de transporte; además al tratarse de maquinaria pesada, se generan sonidos intermitentes y fuertes, lo que lleva al operador a utilizar protección auditiva.

En la Tabla 60, se muestran los suplementos considerados para la selección de trozas para la Peladora.

Tabla 60. Suplementos - Selección de trozas/ Peladora

			UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial												
Cálculo de Suplementos (OIT)															
Área:		Desenrollado				Elaborado por:		Johan Flores							
Proceso:		Almacenamiento y selección de trozas				Revisado por:		Ing. Christian Ortiz							
Subproceso:		Selección de trozas para la Peladora				Aprobado por:		Ing. Christian Ortiz							
N ^o	Elemento	Sexo operador	Constantes		Variables										TOTAL %
			Necesidades personales	Fatiga	Trabajo de pie	Postura anormal	Uso de la fuerza	Mala iluminación	Condiciones atmosféricas	Concentración intensa	Ruido	Tensión mental	Monotonía	Tedio	
Desde el patio de recepción															
1	A	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	B	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	C	M	5	4	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	11
4	T1	M	5	4	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	11
5	D	M	5	4	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	11
Desde el patio de almacenamiento															
1	A	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	B	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	C	M	5	4	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	11
4	T1	M	5	4	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	11
5	D	M	5	4	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	11

En la selección de trozas en la Peladora, el operador encargado maneja la grúa forestal, lo que le permite trasladarse a los diferentes patios para llevar a cabo sus respectivas actividades. Por lo tanto, no se consideró ningún tipo de suplemento para las actividades mecánicas y de transporte; además al tratarse de maquinaria pesada, se generan sonidos intermitentes y fuertes, lo que lleva al operador a utilizar protección auditiva.

En la Tabla 61, se muestran los suplementos considerados para la selección de trozas para la máquina Debarker.

Tabla 61. Suplementos – Selección de trozas/ Debarker

			UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial												
Cálculo de Suplementos (OIT)															
Área:		Desenrollado					Elaborado por:		Johan Flores						
Proceso:		Almacenamiento y selección de trozas					Revisado por:		Ing. Christian Ortiz						
Subproceso:		Selección de trozas para la máquina Debarker					Aprobado por:		Ing. Christian Ortiz						
N°	Elemento	Sexo operador	Constantes		Variables										TOTAL %
			Necesidades personales	Fatiga	Trabajo de pie	Postura anormal	Uso de la fuerza	Mala iluminación	Condiciones atmosféricas	Concentración intensa	Ruido	Tensión mental	Monotonía	Tedio	
Desde el patio de recepción															
1	A	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	B	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	C	M	5	4	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	11
4	T1	M	5	4	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	11
5	D	M	5	4	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	11
Desde el patio de almacenamiento															
1	A	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	B	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	C	M	5	4	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	11
4	T1	M	5	4	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	11
5	D	M	5	4	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	11

En la selección de trozas para la máquina Debarker, el operador encargado maneja la grúa forestal, lo que le permite el trasladarse a los diferentes patios para llevar a cabo sus respectivas actividades. Por lo tanto, no se consideró ningún tipo de suplemento para las actividades mecánicas y de transporte; además al tratarse de maquinaria pesada, se generan sonidos intermitentes y fuertes, lo que lleva al operador a utilizar protección auditiva.

En la Tabla 62, se muestran los suplementos considerados para la gestión de residuos.

Tabla 62. Suplementos – Gestión de residuos

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial														
Cálculo de Suplementos (OIT)																
Área:		Desenrollado				Elaborado por:		Johan Flores								
Proceso:		Almacenamiento y selección de trozas				Revisado por:		Ing. Christian Ortiz								
Subproceso:		Gestion de residuos				Aprobado por:		Ing. Christian Ortiz								
N ^o	Elemento	Sexo operador	Constantes		Variables										TOTAL %	
			Necesidades personales	Fatiga	Trabajo de pie	Postura anormal	Uso de la fuerza	Mala iluminación	Condiciones atmosféricas	Concentración intensa	Ruido	Tensión mental	Monotonía	Tedio		
1	A	M	5	4	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	11
2	T1	M	5	4	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	11
3	B	M	5	4	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	11
4	T2	M	5	4	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	11
5	C	M	5	4	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	11
6	T2	M	5	4	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	11

En la gestión de residuos, el operador encargado maneja la grúa forestal, lo que le permite el trasladarse a los diferentes patios para llevar a cabo sus respectivas actividades. Por lo tanto, no se consideró ningún tipo de suplemento para las actividades mecánicas y de transporte; además al tratarse de maquinaria pesada, se generan sonidos intermitentes y fuertes, lo que lleva al operador a utilizar protección auditiva.

b. Cálculo de suplementos para el proceso de descortezado

En la Tabla 63, se muestran los suplementos considerados para cada actividad realizada en la Peladora.

Tabla 63. Suplementos - Descortezado de trozas/ Peladora

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial													
Cálculo de Suplementos (OIT)															
Área:		Desenrollado				Elaborado por:		Johan Flores							
Proceso:		Descortezado de trozas				Revisado por:		Ing. Christian Ortiz							
Subproceso:		Descortezado de trozas en la Peladora				Aprobado por:		Ing. Christian Ortiz							
N°	Elemento	Sexo operador	Constantes		Variables										TOTAL %
			Necesidades personales	Fatiga	Trabajo de pie	Postura anormal	Uso de la fuerza	Mala iluminación	Condiciones atmosféricas	Concentración intensa	Ruido	Tensión mental	Monotonía	Tedio	
1	T1	M	5	4	2	0	0	0	0	0	2	0	1	0	14
2	A	M	5	4	2	0	1	0	0	0	2	0	1	0	15
3	T2	M	5	4	2	0	0	0	0	0	2	0	1	0	14
4	B	M	5	4	2	0	0	0	0	2	2	0	1	0	16
5	C	M	5	4	2	0	0	0	0	2	2	0	1	0	16
6	D	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	E	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	F	M	5	4	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	13
9	G	M	5	4	2	0	1	0	0	0	2	0	0	0	14
10	H	M	5	4	2	0	1	0	0	0	2	0	0	0	14
11	I	M	5	4	2	0	1	0	0	0	2	0	0	0	14

Para llevar a cabo el proceso de descortezado en la Peladora, se cuenta con dos operadores encargados de manejar tanto el puente grúa como dicha máquina. Cabe destacar que no se consideró ningún tipo de suplemento para las actividades mecánicas y de transporte. Cada operador realiza su trabajo de pie, y es fundamental mencionar que algunas actividades son repetitivas, lo cual se consideró como un trabajo bastante monótono, excepto para las actividades casuales. Además, al estar cerca de las máquinas, se generan sonidos intermitentes y fuertes, lo que obliga a cada operario a utilizar protección auditiva. De igual forma, existen ciertas actividades que requieren maniobrar la maquinaria de manera precisa y el uso de la fuerza, ya sea para enganchar la troza o para eliminar el bloqueo en la transportadora.

En la Tabla 64, se muestran los suplementos considerados para cada actividad realizada en la máquina Debarker.

Tabla 64. Suplementos - Descortezado de trozas/ Debarker

			UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial												
Cálculo de Suplementos (OIT)															
Área:		Desenrollado				Elaborado por:		Johan Flores							
Proceso:		Descortezado de trozas				Revisado por:		Ing. Christian Ortiz							
Subproceso:		Descortezado de trozas en la máquina Debarker				Aprobado por:		Ing. Christian Ortiz							
N°	Elemento	Sexo operador	Constantes		Variables										TOTAL %
			Necesidades personales	Fatiga	Trabajo de pie	Postura anormal	Uso de la fuerza	Mala iluminación	Condiciones atmosféricas	Concentración intensa	Ruido	Tensión mental	Monotonía	Tedio	
1	A	M	5	4	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	13
2	B	M	5	4	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	13
3	C	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	D	M	5	4	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	13
5	E	M	5	4	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	13

En el caso de la máquina “Debarker”, la persona encargada de su operación es la misma que maneja la otra máquina previamente mencionada, ya que su funcionamiento depende de las necesidades de producción. Por lo tanto, no se ha considerado la necesidad de aplicar ningún suplemento para las actividades mecánicas. Además de realizar sus actividades de pie, el operador utiliza protección auditiva, ya que la maquinaria genera sonidos intermitentes y fuertes cuando se encuentra en operación.

c. Cálculo de suplementos para el proceso de desenrollado

En la Tabla 65, se muestran los suplementos considerados para cada actividad realizada en el Torno Cremona.

Tabla 65. Suplementos - Desenrollado de trozas/ Torno Cremona

			UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial												
Cálculo de Suplementos (OIT)															
Área:			Desenrollado					Elaborado por:			Johan Flores				
Proceso:			Desenrollado de trozas					Revisado por:			Ing. Christian Ortiz				
Subproceso:			Desenrollado de trozas en el Torno Cremona					Aprobado por:			Ing. Christian Ortiz				
N°	Elemento	Sexo operador	Constantes		Variables										TOTAL %
			Necesidades personales	Fatiga	Trabajo de pie	Postura anormal	Uso de la fuerza	Mala iluminación	Condiciones atmosféricas	Concentración intensa	Ruido	Tensión mental	Monotonía	Tedio	
1	A	M	5	4	2	0	1	0	0	0	2	0	1	0	15
2	B	M	5	4	2	0	0	0	0	0	2	0	1	0	14
3	C	M	5	4	2	0	0	0	0	0	2	0	1	0	14
4	D	M	5	4	2	0	0	0	0	0	2	0	1	0	14
5	E	M	5	4	2	0	1	0	0	2	2	0	1	0	17
6	F	M	5	4	2	0	0	0	0	2	2	0	1	0	16
7	G	M	5	4	2	0	1	0	0	0	2	0	1	0	15
8	H	M	5	4	2	0	0	0	0	0	2	0	1	0	14
9	I	M	5	4	2	0	0	0	0	0	2	0	1	0	14
10	J	M	5	4	2	0	0	0	0	2	2	0	1	0	16
11	T1	M	5	4	2	0	1	0	0	0	2	0	1	0	15
12	K	M	5	4	2	0	0	0	0	0	2	0	1	0	14
13	L	M	5	4	2	0	0	0	0	0	2	0	1	0	14
14	T2	M	5	4	2	0	1	0	0	0	2	0	0	0	14
15	M	M	5	4	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	13
16	N	M	5	4	2	0	1	0	0	0	2	0	0	0	14

Para llevar a cabo el desenrollado de la troza en el Torno Cremona. Cada operador realiza su labor de pie, y es esencial señalar que algunas tareas son repetitivas, lo cual se considera un trabajo bastante monótono, a excepción de las actividades ocasionales. Además, hay presencia de ruido en el entorno laboral, ya que el lugar de trabajo está próximo a otro tipo de maquinaria que genera sonidos intermitentes, obligando a cada operario a emplear protección auditiva. Asimismo, existen ciertas actividades que se requiere maniobrar la maquinaria con precisión y utilizar la fuerza.

En la Tabla 66, se muestran los suplementos considerados para cada actividad realizada en el Torno Benecke.

Tabla 66. Suplementos - Desenrollado de trozas/ Torno Benecke

			UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial													
Cálculo de Suplementos (OIT)																
Área:		Desenrollado				Elaborado por:		Johan Flores								
Proceso:		Desenrollado de trozas				Revisado por:		Ing. Christian Ortiz								
Subproceso:		Desenrollado de trozas en el Torno Benecke				Aprobado por:		Ing. Christian Ortiz								
Nº	Elemento	Sexo operador	Constantes		Variables										TOTAL %	
			Necesidades personales	Fatiga	Trabajo de pie	Postura anormal	Uso de la fuerza	Mala iluminación	Condiciones atmosféricas	Concentración intensa	Ruido	Tensión mental	Monotonía	Tedio		
1	A	M	5	4	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	13
2	B	M	5	4	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	13
3	C	M	5	4	2	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	15
4	D	M	5	4	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	13
5	E	M	5	4	2	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	14
6	F	M	5	4	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	13

La persona encargada de llevar a cabo sus actividades en el Torno Benecke lo realiza de pie. Además, se presenta ruido en el entorno laboral, ya que el lugar de trabajo está próximo a otro tipo de maquinaria que genera sonidos intermitentes, lo que obliga al operador a utilizar protección auditiva. También, existen actividades específicas que se requiere maniobrar la maquinaria con precisión y utilizar la fuerza.

3.5.7 Cálculo del tiempo estándar

Una vez definido los tiempos normales y los suplementos por cada actividad de los procesos que interviene el área de desenrollado se procede a calcular el tiempo estándar de cada uno de ellos, mediante la Ecuación 3.

$$TE = TN \times (1 + S) \quad (3)$$

Donde:

TN = Tiempo normal

S = Suplementos

a. Cálculo del tiempo estándar para el proceso de almacenamiento y selección de trozas

En la Tabla 67, se muestra el tiempo estándar para cada actividad del subproceso de almacenamiento de trozas.

Tabla 67. Tiempo estándar – Almacenamiento de trozas

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial			
Cálculo de Tiempo Estándar					
Área:	Desenrollado		Elaborado por:	Johan Flores	
Proceso:	Almacenamiento y selección de trozas		Revisado por:	Ing. Christian Ortiz	
Subproceso:	Almacenamiento de trozas		Aprobado por:	Ing. Christian Ortiz	
Nº	Actividad	TN (min)	S (%)	TE (min)	
Descarga de trozas					
1	Fijar los apoyos de la grúa forestal	0,48	0%	0,48	
2	Contraer los apoyos de la grúa	0,46	0%	0,46	
3	Recibir al camión que transporta la materia prima	2,09	0%	2,09	
4	Descargar y clasificar las trozas del camión	18,95	11%	21,03	
Almacenamiento de trozas					
1	Fijar los apoyos de la grúa forestal	0,96	0%	0,96	
2	Contraer los apoyos de la grúa forestal	0,92	0%	0,92	
3	Seleccionar y cargar las trozas en la grúa forestal	4,32	11%	4,80	
4	Desplazar grúa desde el patio de recepción al patio de almacenamiento	3,50	11%	3,90	
5	Descargar y almacenar las trozas	3,54	11%	3,93	
TN: Tiempo normal; S: Suplementos; TE: Tiempo estándar					

En la Tabla 68, se muestra el tiempo estándar para cada actividad del subproceso de almacenamiento de trozas.

Tabla 68. Tiempo estándar – Selección de trozas/ Peladora

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial			
Cálculo de Tiempo Estándar					
Área:	Desenrollado	Elaborado por:	Johan Flores		
Proceso:	Almacenamiento y selección de trozas	Revisado por:	Ing. Christian Ortiz		
Subproceso:	Selección de trozas para la Peladora	Aprobado por:	Ing. Christian Ortiz		
Nº	Actividad	TN (min)	S (%)	TE (min)	
Desde el patio de recepción					
1	Fijar los apoyos de la grúa forestal	0,96	0%	0,96	
2	Contraer los apoyos de la grúa	0,92	0%	0,92	
3	Seleccionar y cargar las trozas en la grúa forestal	4,52	11%	5,02	
4	Desplazar grúa desde el patio de recepción al patio de descortezado	3,11	11%	3,46	
5	Descargar y apilar trozas	3,66	11%	4,06	
Desde el patio de almacenamiento					
1	Fijar los apoyos de la grúa forestal	0,96	0%	0,96	
2	Contraer los apoyos de la grúa	0,92	0%	0,92	
3	Seleccionar y cargar las trozas en la grúa forestal	4,63	11%	5,14	
4	Desplazar grúa desde el patio de almacenamiento al patio de descortezado	4,16	11%	4,61	
5	Descargar y apilar trozas	3,64	11%	4,04	
TN: Tiempo normal; S: Suplementos; TE: Tiempo estándar					

En la Tabla 69, se muestra el tiempo estándar para cada actividad del subproceso de selección de trozas para la Peladora. Mientras que en la Tabla 70, se presenta el tiempo estándar para cada actividad del subproceso de gestión de residuos.

Tabla 69. Tiempo estándar – Selección de trozas/ Debarker

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial			
Cálculo de Tiempo Estándar					
Área:	Desenrollado		Elaborado por:	Johan Flores	
Proceso:	Almacenamiento y selección de trozas		Revisado por:	Ing. Christian Ortiz	
Subproceso:	Selección de trozas para la máquina Debarker		Aprobado por:	Ing. Christian Ortiz	
N°	Actividad	TN (min)	S (%)	TE (min)	
Desde el patio de recepción					
1	Fijar los apoyos de la grúa forestal	0,96	0%	0,96	
2	Contraer los apoyos de la grúa	0,92	0%	0,92	
3	Seleccionar y cargar las trozas en la grúa forestal	5,38	11%	5,97	
4	Desplazar grúa desde el patio de recepción al alimentador de la máquina Debarker	3,11	11%	3,46	
5	Descargar y apilar trozas	4,99	11%	5,54	
Desde el patio de almacenamiento					
1	Fijar los apoyos de la grúa forestal	0,96	0%	0,96	
2	Contraer los apoyos de la grúa	0,92	0%	0,92	
3	Seleccionar y cargar las trozas en la grúa forestal	5,15	11%	5,72	
4	Desplazar grúa al patio de descortezado al alimentador de la máquina Debarker	4,16	11%	4,62	
5	Descargar y apilar trozas	4,94	11%	5,48	
TN: Tiempo normal; S: Suplementos; TE: Tiempo estándar					

Tabla 70. Tiempo estándar – Gestión de residuos

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial			
Cálculo de Tiempo Estándar					
Área:	Desenrollado		Elaborado por:	Johan Flores	
Proceso:	Almacenamiento y selección de trozas		Revisado por:	Ing. Christian Ortiz	
Subproceso:	Gestión de residuos		Aprobado por:	Ing. Christian Ortiz	
N°	Actividad	TN (min)	S (%)	TE (min)	
1	Recolectar los residuos producidos en el patio de descortezado	24,10	11%	26,75	
2	Desplazar los residuos desde el patio de descortezado al patio de desechos	4,90	11%	5,44	
3	Carga y descarga de desechos con tractor	3,01	11%	3,34	
4	Desplazar los desechos desde la zona de los desechos al punto de ingreso de la volqueta	8,07	11%	8,96	
5	Recolectar los sobrantes de las trozas del torno	4,02	11%	4,46	
6	Desplazar grúa desde la zona de los sobrantes al patio de sobrantes del torno	2,04	11%	2,26	
TN: Tiempo normal; S: Suplementos; TE: Tiempo estándar					

b. Cálculo del tiempo estándar para el proceso de descortezado

En las Tablas 71 y 72 se muestra el tiempo estándar para cada actividad del proceso de descortezado llevado a cabo tanto en la Peladora como en la máquina Debarker.

Tabla 71. Tiempo estándar - Descortezado de trozas/ Peladora

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial			
Cálculo de Tiempo Estándar					
Área:	Desenrollado	Elaborado por:	Johan Flores		
Proceso:	Descortezado de trozas	Revisado por:	Ing. Christian Ortiz		
Subproceso:	Descortezado de trozas en la Peladora	Aprobado por:	Ing. Christian Ortiz		
Nº	Actividad	TN (min)	S (%)	TE (min)	
1	Trasladar puente grúa hasta posición inicial	0,82	14%	0,94	
2	Seleccionar y enganchar por lo extremos de cada troza.	0,58	15%	0,66	
3	Desplazar troza a la zona de pelado	0,70	14%	0,80	
4	Ubicar troza en el coche móvil de la peladora.	0,39	16%	0,46	
5	Descortezar troza	2,12	16%	2,46	
6	Expulsar troza ala transportadora	0,28	0%	0,28	
7	Trasladar troza para crear espacio disponible	0,22	0%	0,22	
8	Registrar troza	0,31	13%	0,35	
9	Limpiar zona de operación de la peladora	0,42	14%	0,48	
10	Eliminar bloqueo de troza en la transportadora	0,42	14%	0,48	
11	Organizar trozas para proceso en torno	1,27	14%	1,45	
TN: Tiempo normal; S: Suplementos; TE: Tiempo estándar					

Tabla 72. Tiempo estándar - Descortezado de trozas/ Debarker

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial			
Cálculo de Tiempo Estándar					
Área:	Desenrollado	Elaborado por:	Johan Flores		
Proceso:	Descortezado de trozas	Revisado por:	Ing. Christian Ortiz		
Subproceso:	Descortezado de trozas en la máquina Debarker	Aprobado por:	Ing. Christian Ortiz		
Nº	Actividad	TN (min)	S (%)	TE (min)	
1	Cargar y preparar troza	0,50	13%	0,56	
2	Descortezar troza	0,99	13%	1,12	
3	Expulsar troza a transportadora	0,47	0%	0,47	
4	Registrar troza	0,27	13%	0,31	
5	Limpiar zona de operación	0,78	13%	0,88	
TN: Tiempo normal; S: Suplementos; TE: Tiempo estándar					

c. Cálculo del tiempo estándar para el proceso de desenrollado

En la Tabla 73 se muestra los suplementos considerados para el proceso de desenrollado llevado a cabo en el Torno Cremona.

Tabla 73. Tiempo estándar - Desenrollado de trozas/ Torno Cremona

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial			
Cálculo de Tiempo Estándar					
Área:	Desenrollado	Elaborado por:	Johan Flores		
Proceso:	Desenrollado de trozas	Revisado por:	Ing. Christian Ortiz		
Subproceso:	Desenrollado de trozas en el Torno Cremona	Aprobado por:	Ing. Christian Ortiz		
Nº	Actividad	TN (min)	S (%)	TE (min)	
1	Enganchar troza y elevarla con grúa interna	0,42	15%	0,49	
2	Marcar centro de troza con patrón circular	0,39	14%	0,44	
3	Medir el diámetro de la troza	0,26	14%	0,30	
4	Registrar el diámetro de la troza ingresada	0,28	14%	0,31	
5	Acoplar troza en el torno	0,79	17%	0,93	
6	Redondear troza	0,98	16%	1,14	
7	Ubicar paleta móvil	0,27	15%	0,31	
8	Apilar intermedios en coche	0,83	14%	0,95	
9	Transportar embobinadora al torno y prepararla	0,78	14%	0,88	
10	Desenrollar y embobinar chapa continua	2,20	16%	2,55	
11	Trasladar embobinadora a cizalla	0,62	15%	0,72	
12	Desacoplar curro sobrante	0,35	14%	0,40	
13	Registrar el sobrante de la troza	0,28	14%	0,31	
14	Trasladar paleta móvil a cizalla	0,09	14%	0,10	
15	Limpiar hoja de cuchilla del torno	1,26	13%	1,42	
16	Retirar malformaciones en la madera	1,06	14%	1,20	
TN: Tiempo normal; S: Suplementos; TE: Tiempo estándar					

En la Tabla 74 se muestra los suplementos considerados para el proceso de desenrollado llevado a cabo en el Torno Benecke.

Tabla 74. Tiempo estándar - Desenrollado de trozas/ Torno Cremona

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial			
Cálculo de Tiempo Estándar				
Área:	Desenrollado	Elaborado por:	Johan Flores	
Proceso:	Desenrollado de trozas	Revisado por:	Ing. Christian Ortiz	
Subproceso:	Desenrollado de trozas en el Torno Benecke	Aprobado por:	Ing. Christian Ortiz	
N°	Actividad	TN (min)	S (%)	TE (min)
1	Medir y registrar troza	0,38	13%	0,43
2	Cargar troza al torno	0,47	13%	0,53
3	Desenrollar	0,88	15%	1,01
4	Desacoplar y medir sobrante	0,38	13%	0,43
5	Retirar sobrante del torno	0,39	14%	0,44
6	Limpiar hoja de cuchilla del torno	1,04	13%	1,17
TN: Tiempo normal; S: Suplementos; TE: Tiempo estándar				

3.5.8 Análisis del proceso de almacenamiento y selección de trozas

Una vez determinados los tiempos estándar de cada actividad se procede a calcular el tiempo de ciclo para cada subproceso, por lo que se aplicó la fórmula que se muestra a continuación.

$$T_c = \sum T_s \quad (4)$$

Donde:

T_c = Tiempo de ciclo

T_s = Tiempo estándar

En la Tabla 75 se presentan el tiempo estándar de cada actividad y el tiempo de ciclo de cada subproceso que conforma el proceso de almacenamiento y selección de trozas.

Tabla 75. Tiempo de ciclo de las actividades del proceso de almacenamiento y selección de trozas

Subproceso	Actividad	Tiempo estándar	Tiempo de ciclo (actual)
Descarga de trozas	Fijar los apoyos de la grúa forestal	0,48	24,06 min/camión
	Contraer los apoyos de la grúa	0,46	
	Recibir al camión que transporta la materia prima	2,09	
	Descargar y clasificar las trozas del camión	21,03	
Almacenamiento de trozas	Fijar los apoyos de la grúa forestal	0,96	14,51 min/viaje
	Contraer los apoyos de la grúa forestal	0,92	
	Seleccionar y cargar las trozas en la grúa forestal	4,80	
	Desplazar grúa desde el patio de recepción al patio de almacenamiento	3,90	
	Descargar y almacenar las trozas	3,93	
Selección de trozas para la máquina Peladora	Desde el patio de recepción		
	Fijar los apoyos de la grúa forestal	0,96	14,42 min/viaje
	Contraer los apoyos de la grúa	0,92	
	Seleccionar y cargar las trozas en la grúa forestal	5,02	
	Desplazar grúa desde el patio de recepción al patio de descortezado	3,46	
	Descargar y apilar trozas	4,06	
	Desde el patio de almacenamiento		
	Fijar los apoyos de la grúa forestal	0,96	15,67 min/viaje
	Contraer los apoyos de la grúa forestal	0,92	
	Seleccionar y cargar las trozas en la grúa forestal	5,14	
	Desplazar grúa desde el patio de recepción al patio de almacenamiento	4,61	
Descargar y almacenar las trozas	4,04		
Selección de trozas para la máquina Debarker	Desde el patio de recepción		
	Fijar los apoyos de la grúa forestal	0,96	16,85 min/viaje
	Contraer los apoyos de la grúa	0,92	
	Seleccionar y cargar las trozas en la grúa forestal	5,97	
	Desplazar grúa desde el patio de recepción al alimentador de la máquina Debarker	3,46	
	Descargar y apilar trozas	5,54	
	Desde el patio de almacenamiento		
	Fijar los apoyos de la grúa forestal	0,96	17,70 min/viaje
	Contraer los apoyos de la grúa	0,92	
	Seleccionar y cargar las trozas en la grúa forestal	5,72	
	Desplazar grúa desde el patio de almacenamiento al alimentador de la máquina Debarker	4,61	
Descargar y apilar trozas	5,48		

Subproceso	Actividad	Tiempo (min)	Tiempo de ciclo (actual)
Gestión de residuos	Recolectar los residuos producidos en el patio de descortezado	26,75	32,19 min/viaje
	Desplazar los residuos desde el patio de descortezado al patio de desechos	5,44	
	Carga y descarga de desechos con tractor	3,34	12,30 min/volqueta
	Desplazar los desechos desde la zona de los desechos al punto de ingreso de la volqueta	8,96	
	Recolectar los sobrantes de las trozas del torno	4,46	6,72 min/viaje
	Desplazar grúa desde la zona de los sobrantes al patio de sobrantes del torno	2,26	

a. Resumen de tiempos de ciclos del proceso de almacenamiento y selección de trozas

En la tabla 76 se presenta un resumen de los tiempos de ciclos de cada subproceso que conforma el proceso de almacenamiento y selección de trozas

Tabla 76. Resumen de tiempos de ciclos del proceso de almacenamiento y selección de trozas

Proceso	Tiempo de ciclo	Tiempo de ciclo
Almacenamiento y selección de trozas	Descarga de trozas	24,06 min/camión
	Almacenamiento de trozas	14,51 min/viaje
	Selección de trozas para la máquina Peladora - Desde el patio de recepción	14,42 min/viaje
	Selección de trozas para la máquina Peladora - Desde el patio de almacenamiento	15,67 min/viaje
	Selección de trozas para la máquina Debarker - Desde el patio de recepción	16,85 min/viaje
	Selección de trozas para la máquina Debarker - Desde el patio de almacenamiento	17,70 min/viaje
	Recolectar los residuos producidos en el patio de descortezado	32,19 min/viaje
	Carga y descarga de desechos con tractor	12,30 min/volqueta
	Recolectar los sobrantes de las trozas del torno	6,72 min/viaje

Siguiendo la metodología aplicada, se logró determinar los tiempos de ciclo en cada subproceso que conforma el proceso de almacenamiento y selección de trozas. Es importante señalar que el tiempo de ciclo obtenido es un promedio representativo de cada elemento, lo cual permite compensar las posibles variaciones que puedan existir entre las actividades.

Estas variaciones pueden estar influenciadas por factores como la capacidad del camión para la descarga, la dimensión de la troza para su selección y la acumulación de residuos en las zonas de trabajo.

Sin embargo, es necesario tener en cuenta que estos factores pueden afectar los tiempos de ciclo de manera individual y, por lo tanto, podrían generar variaciones en los resultados obtenidos.

b. Distancias y tiempos de recorrido de la actual distribución

De acuerdo con los tiempos obtenidos en cada desplazamiento y las distancias de recorrido entre las zonas de trabajo mencionadas previamente en los cursogramas analíticos del proceso de almacenamiento y selección de trozas. Se procedió al cálculo del tiempo total de recorrido y la distancia recorrida en función del número de viajes realizados.

Para llevar a cabo este análisis, se consideró la rotación de trozas del mes de noviembre, la cantidad de trozas almacenadas durante ese mes, así como la cantidad de trozas procesadas en la Peladora y en la máquina Debarker. Además, se tuvieron en cuenta los viajes mensuales realizados para la recolección de residuos, ya sea utilizando la grúa forestal o el tractor; toda esta información fue proporcionada por la empresa.

En la Tabla 77 se muestran los viajes realizados durante el mes de noviembre entre las diferentes zonas de trabajo. Estos viajes están relacionados con la cantidad de trozas procesadas en cada máquina, así como el número de trozas que pueden ser trasladadas utilizando la grúa forestal correspondiente a cada máquina. Mientras que en la Tabla 78 se muestra los viajes mensuales realizados para la recolección de residuos

Tabla 77. Traslados realizados en el mes de noviembre

Actividad		Desde	Hacia	# Trozas	Capacidad de carga	Viajes
Almacenamiento de trozas	Grúa forestal	Patio de recepción	Patio de Almacenamiento	780	9	87
Selección de trozas para la máquina "Peladora"	Grúa forestal	Patio de recepción	Patio descortezado	1152	9	128
	Grúa forestal	Patio de Almacenamiento	Patio descortezado	645	9	72
Selección de trozas para la máquina "Debarker"	Grúa forestal	Patio de recepción	Alimentador de Debarker	445	15	30
	Grúa forestal	Patio de Almacenamiento	Alimentador de Debarker	136	15	9

Tabla 78. Traslados de residuos en el mes de noviembre

Traslados de residuos						
Mes	Actividad	Transporte	Desde	Hacia	Traslados	
Noviembre	Gestión de residuos	Grúa forestal	Patio de descortezado	Patio de desechos	20	Viajes
		Grúa forestal	Patio de descortezado	Patio de sobrantes del torno	20	Viajes
		Tractor	Patio de descortezado	Punto de ingreso de volqueta	30	Volquetas

De acuerdo con la información obtenida, en la Tabla 79 se presenta el cálculo de las distancias recorridas entre las zonas de trabajo del proceso de almacenamiento y selección de trozas.

Tabla 79. Distancias recorridas entre las zonas de trabajo del proceso de almacenamiento y selección de trozas

N	Transporte	Desde	Hacia	Tiempo empleado ida-vuelta (minutos)	Distancia ida-vuelta (metros)	Ciclos de carga	Distancia total por viaje actual (metros)	Numero de viajes por mes	Distancia recorrida por mes (metros)	Tiempo de recorrido actual total (minutos)
1	Grúa forestal	Patio recepción de	Patio de Almacenamiento de	3,90	122	1	122	87	10573	338,00
2	Grúa forestal	Patio recepción de	Patio de descortezado de	3,46	102	1	102	128	13056	442,88
3	Grúa forestal	Patio de Almacenamiento de	Patio de descortezado de	4,61	190	1	190	72	13617	330,38
4	Grúa forestal	Patio recepción de	Alimentador de Debarker de	3,46	124	1	124	30	3679	102,65
5	Grúa forestal	Patio de Almacenamiento de	Alimentador de Debarker de	4,61	210	1	210	9	1904	41,80
6	Grúa forestal	Patio de descortezado de	Patio de desechos de	5,44	280	1	280	20	5600	108,80
7	Grúa forestal	Patio de descortezado de	Patio de sobrantes del torno de	2,26	80	1	80	20	1600	45,20
8	Tractor	Patio de descortezado de	Punto de ingreso de volqueta de	8,96	40	7	280	30	8400	268,80
								Total	58428,67	1678,51

Como se evidencia en la Tabla 79, la distancia recorrida mensualmente entre las zonas de trabajo ya sea mediante el uso de grúas forestales o tractores, asciende a 58428,67 metros. Estos desplazamientos se realizan con el propósito de abastecer el proceso de descortezado o llevar a cabo la recolección de desechos.

Estos movimientos conllevan un aumento significativo en el tiempo dedicado al transporte de materiales de una ubicación a otra, sumando un total de 1678,51 minutos, lo que equivale aproximadamente 23,47 horas que no generan valor al proceso.

Por lo tanto, se evidencia la necesidad de replantear la distribución actual para optimizar las distancias recorridas y reducir los tiempos de transporte no productivos.

3.5.9 Análisis del proceso de descortezado de trozas

a. Diagrama de actividades múltiples del descortezado de trozas en la Peladora

Se realiza un diagrama de actividades múltiples con el propósito de representar en un mismo gráfico las actividades que realizan simultáneamente cada trabajador. El objetivo es obtener el tiempo de ciclo necesario para procesar una troza en la peladora, e identificar en qué momento del proceso el operario o la máquina permanecen inactivos. Es importante mencionar que también se incluyó el tiempo por ciclo de las actividades casuales.

En la Tabla 80 se muestra el diagrama de actividades múltiples del descortezado de trozas en la Peladora.

b. Diagrama hombre-máquina del descortezado de trozas en la máquina Debarker

Se realiza un diagrama hombre-máquina con el propósito de determinar el tiempo de ciclo, los tiempos improductivos tanto del operario como de la máquina, y sus respectivos porcentajes de utilización. Es importante mencionar que también se incluyó el tiempo por ciclo de las actividades casuales.

En la Tabla 81 se presenta el diagrama hombre-máquina del descortezado de trozas en la máquina Debarker.

Tabla 80. Diagrama de actividades múltiples actual/ Peladora

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial			
Diagrama de actividades múltiples					
Área:	Desenrollado		Elaborado por:	Johan Flores	
Proceso:	Descortezado de trozas		Revisado por:	Ing. Christian Ortiz	
Subproceso:	Descortezado de trozas en la Peladora		Aprobado por:	Ing. Christian Ortiz	
Operario Puente grúa	Tiempo estándar (min)	Operario Peladora	Tiempo estándar (min)	Máquina Peladora	Tiempo estándar (min)
Trasladar puente grúa hasta posición inicial	0,94	Descortezar troza	2,46	Descortezado de troza	2,46
Seleccionar y enganchar por los extremos de cada troza.	0,66				
Desplazar troza a la zona de pelado	0,80				
Espera	0,34	Expulsar troza ala transportadora	0,28	Expulsado de troza	0,28
Ubicar troza en el coche móvil de la peladora	0,46	Trasladar troza para crear espacio disponible	0,22	Traslado de troza para registro	0,22
Espera	0,59	Registrar troza	0,35	Espera	2,76
		Limpiar zona de operación de la peladora	0,48		
Eliminar bloqueo de troza en la transportadora	0,48	Eliminar bloqueo de troza en la transportadora	0,48		
Organizar trozas para proceso en torno	1,45	Organizar trozas para proceso en torno	1,45		
Resumen					
Tiempo de ciclo:			5,72 (min/troza)		
	Operario Puente grúa	Operario Peladora	Máquina Peladora		
Tiempo de trabajo	4,79 min	5,72 min	2,96 min		
Tiempo de Ocio	0,93 min	0,00 min	2,76 min		
Utilización %	83,71 %	100 %	51,68 %		

Tabla 81. Diagrama hombre – máquina /Debarker

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial		
Diagrama hombre-máquina			
Área:	Desenrollado	Elaborado por:	Johan Flores
Proceso:	Descortezado de trozas	Revisado por:	Ing. Christian Ortiz
Producto:	Descortezado de trozas en la Peladora	Aprobado por:	Ing. Christian Ortiz
Operario Debarker	Tiempo estándar (min)	Máquina Debarker	Tiempo estándar (min)
Cargar y preparar troza	0,56	Cargado y preparado de troza	0,56
Descortezar troza	1,12	Descortezado de troza	1,12
Expulsar trozar y desplazar para registro	0,47	Expulsado de troza y desplazamiento para registro	0,47
Registrar troza	0,31	Espera	1,19
Limpiar zona de operación	0,88		
Resumen			
Tiempo de ciclo:		3,34 (min/troza)	
	Operario Debarker	Máquina Debarker	
Tiempo de trabajo	3,34 min	2,16 min	
Tiempo de Ocio	0,00 min	1,19 min	
Utilización %	100 %	64,09%	

3.5.10 Análisis del proceso de desenrollado de trozas

a. Diagrama de actividades múltiples del descortezado de trozas en la Peladora

Se realiza un diagrama de actividades múltiples con el propósito de representar en un mismo gráfico las actividades que realizan simultáneamente cada trabajador. El objetivo es obtener el tiempo de ciclo necesario para procesar una troza en el Torno Cremona, e identificar en qué momento del proceso el operario o la máquina permanecen inactivos. Es importante mencionar que también se incluyó el tiempo por ciclo de las actividades casuales.

En la Tabla 82 se muestra el diagrama de actividades múltiples del desenrollado de trozas llevado a cabo en el Torno Cremona.

Tabla 82. Diagrama de actividades múltiples actual/ Torno Cremona

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial					
Diagrama de actividades múltiples							
Área:	Desenrollado			Elaborado por:	Johan Flores		
Proceso:	Desenrollado de trozas			Revisado por:	Ing. Christian Ortiz		
Subproceso:	Descortezado de trozas en el Torno Cremona			Aprobado por:	Ing. Christian Ortiz		
1° Ayudante	Tiempo (min)	2° Ayudante	Tiempo (min)	Operario Torno Cremona	Tiempo (min)	Máquina Torno Cremona	Tiempo (min)
Espera	0,49	Enganchar troza y elevarla con grúa interna	0,49	Enganchar troza y elevarla con grúa interna	0,49	Espera	0,93
Medir el diámetro de la troza	0,30	Marcar centro de troza con patrón circular	0,44	Espera	0,44		
Registrar el diámetro de la troza ingresada	0,31			Acoplar troza en el torno	0,93	Acoplar troza en el torno	0,93
Espera	0,76	Ubicar paleta móvil	0,31	Redondear troza	1,14	Redondeada troza	1,14
Ubicar paleta móvil	0,31	Esperar y controlar el flujo de residuos a la banda transportadora	0,83				
Esperar y controlar el flujo de residuos a la banda transportadora	0,83	Apilar intermedios en coche	0,95	Apilar intermedios en coche	0,95	Apilado de intermedios	0,95
Apilar intermedios en coche	0,95	Trasladar paleta móvil	0,10	Retirar malformaciones en la troza	1,20	Espera	1,20
Trasladar paleta móvil	0,10	Transportar embobinadora al torno y prepararla	0,88				
Transportar embobinadora al torno y prepararla	0,88	Espera	0,22				
Espera	0,22	Embobinar chapa continua	2,55	Desenrollar	2,55	Desenrollado	2,55
Embobinar chapa continua	2,55	Trasladar embobinadora a cizalla	0,72	Desacoplar sobrante	0,40	Desacoplado de sobrante	0,40
Trasladar embobinadora a cizalla	0,72	Espera	1,10	Limpiar hoja de cuchilla del torno	1,42	Afilado de hoja de cuchilla del torno	1,42
Registrar el sobrante de la troza	0,31						
Espera	0,79						

Resumen				
Tiempo de ciclo:			9,52 (min/troza)	
	1° Ayudante	2° Ayudante	Operario Torno Cremona	Máquina Torno Cremona
Tiempo de trabajo	6,43	7,37	9,08	5,97
Tiempo de Ocio	3,09	2,15	0,44	3,55
Utilización %	67,54 %	77,42 %	95,38 %	62,71 %

b. Diagrama hombre-máquina del descortezado de trozas en la máquina Debarker

Se realiza un diagrama hombre-máquina con el propósito de determinar el tiempo de ciclo, los tiempos improductivos tanto del operario como de la máquina, y sus respectivos porcentajes de utilización. Es importante mencionar que también se incluyó el tiempo por ciclo de las actividades casuales.

En la Tabla 83 se presenta el diagrama hombre-máquina del desenrollado de trozas llevado a cabo en el Torno Benecke.

Tabla 83. Diagrama hombre – máquina /Torno Benecke

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial		
Diagrama hombre-máquina			
Área:	Desenrollado	Elaborado por:	Johan Flores
Proceso:	Desenrollado de trozas	Revisado por:	Ing. Christian Ortiz
Subproceso:	Desenrollado de trozas en el Torno Benecke	Aprobado por:	Ing. Christian Ortiz
Operario Debarker	Tiempo estándar (min)	Máquina Debarker	Tiempo estándar (min)
Cargar y preparar troza	0,56	Cargar y preparar troza	0,56
Descortezar troza	1,12	Descortezar troza	1,12
Expulsar trozar y desplazar para registro	0,47	Expulsar trozar y desplazar para registro	0,47
Registrar troza	0,31	Espera	1,19
Limpia zona de operación	0,88		
Resumen			
Tiempo de ciclo:		3,34 (min/troza)	
	Operario Debarker	Máquina Debarker	
Tiempo de trabajo	3,34 min	2,16 min	
Tiempo de Ocio	0,00 min	1,19 min	
Utilización %	100 %	64,09%	

3.5.11 Resumen del tiempo de ciclo del proceso de descortezado y desenrollado

En la Tabla 84 se presenta un resumen de los tiempos de ciclo correspondientes a las operaciones realizadas tanto en el descortezado de trozas como en el desenrollado. En esta tabla se pueden observar los nombres de los subprocesos y sus respectivos tiempos estándar, expresados en segundos y en formato de hora para facilitar su comprensión.

Tabla 84. Resumen del tiempo de ciclo del proceso de descortezado y desenrollado

Proceso	Subproceso	Tiempo de ciclo	Tiempo de ciclo (h: min: s)
Descortezado de trozas	Descortezado en la máquina Peladora	5,72 min/troza	0:05:43
	Descortezado en la máquina Debarker	3,34 min/troza	0:03:20
Desenrollado de trozas	Desenrollado en la máquina Torno Cremona	9,52 min/troza	0:09:31
	Desenrollado en la máquina Torno Benecke	4,02 min/troza	0:04:01

En la Figura 26 se muestra el comportamiento de cada subproceso, lo que facilita la identificación de las actividades que consumen más tiempo en el procesamiento de una troza. Se observa que el descortezado de trozas realizado en la Peladora y el desenrollado de trozas en el Torno Cremona son las actividades con tiempos de ciclo más largos, con valores de 5,72 min/troza y 9,52 min/troza respectivamente.

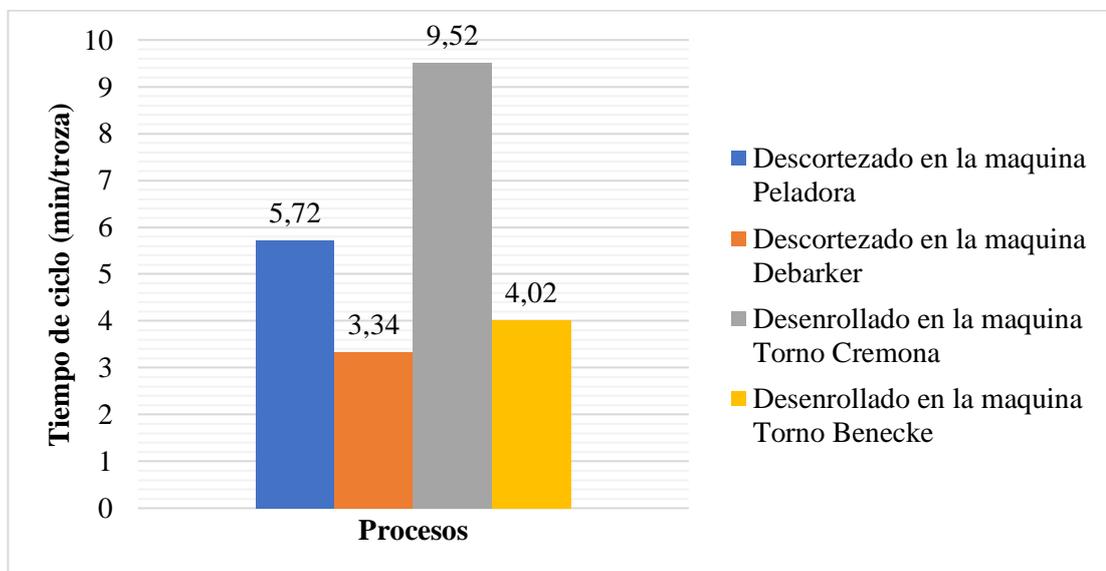


Figura 27. Tiempos de ciclo del proceso de descortezado y desenrollado

Siguiendo la metodología aplicada, se logró determinar los tiempos de ciclo en cada subproceso del área de desenrollado, considerando la máquina correspondiente. Es necesario señalar que el tiempo de ciclo obtenido es un promedio representativo de cada elemento, compensando de esta manera las variaciones que puedan existir entre las dimensiones de las trozas que ingresan a cada proceso.

3.5.12 Capacidad de producción actual en el área de desenrollado

Para el cálculo de la capacidad de producción se tomaron en cuenta únicamente el proceso de descortezado y el proceso de desenrollado en este caso con sus máquinas respectivas de acuerdo con la dimensión de la troza.

El proceso de descortezado se lleva a cabo mediante maquinaria específica, cuya puesta en marcha está condicionada por el diámetro de las trozas y la planificación de la producción. En el caso de trozas de mayores dimensiones, se utiliza la máquina denominada "Peladora", responsable de suministrar materia prima a la máquina subsiguiente, conocida como "Torno Cremona". Para las trozas de menor dimensión, se utiliza la máquina "Debarker", que igualmente provee materia prima a la máquina "Torno Benecke". Ambas máquinas están conectadas secuencialmente mediante una transportadora. Para obtener una representación más detallada del desplazamiento de la troza, se presenta en la Figura 27.

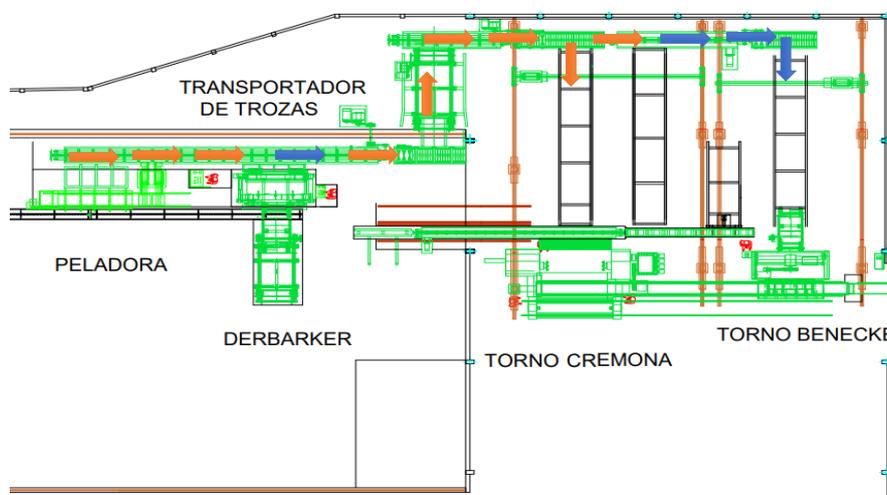


Figura 28. Desplazamiento y abastecimiento de trozas al proceso de

Es importante mencionar que el desplazamiento y abastecimiento de trozas al proceso de desenrollado no se realiza de forma sincronizada, sino que se lleva a cabo manualmente en función de las trozas que se encuentren en la transportadora o de la acción del operador sobre el mismo, con el objetivo de que la troza se dirija hacia cada una de las máquinas implicadas.

a. Capacidad de producción actual en el proceso de descortezado

- **Tiempo disponible para la capacidad de producción**

En relación con el tiempo disponible para calcular la capacidad actual del proceso de descortezado, se hace referencia a la información detallada en la Tabla 19, que especifica la jornada laboral para los 2 operarios encargados tanto de manejar el puente grúa como de operar las máquinas (Peladora-Debarker).

Dado que existe maquinaria específica según las dimensiones de la troza, la máquina "Peladora" tiene asignado un tiempo de operación de 10 horas laborables por jornada. Es relevante señalar que este periodo de operación incluye tiempos de receso para cada operador, generalmente de 30 minutos durante la jornada laboral.

La Tabla 85, presenta el tiempo disponible actual para llevar a cabo las actividades en la máquina "Peladora".

Tabla 85. Tiempo disponible del proceso de descortezado

Tiempo disponible		
Máquina Peladora	Tiempo:	10 h
	Receso:	0,5 h
	Tiempo real por jornada completa:	9,5 h = 570 min
	Tiempo real por hora:	57 min

En el caso de la máquina "Debarker", no se establece un tiempo fijo; es decir, el tiempo disponible es desconocido, ya que depende de las necesidades de producción para su puesta en funcionamiento. Sin embargo, se ha decidido calcular la capacidad de producción por hora

- **Cálculo de la capacidad en el proceso de descortezado**

El cálculo de la capacidad de producción del proceso de descortezado se lleva a cabo según el caso respectivo mediante el uso de la Ecuación 4.

$$\text{Capacidad de producción} = \frac{\text{Tiempo Disponible}}{\text{Tiempo de ciclo}} \quad (4)$$

En la Tabla 86 se presenta el cálculo de la capacidad de producción del proceso de descortezado, llevado a cabo en la máquina “Peladora”.

Tabla 86. Capacidad de producción – Descortezado de trozas/ Peladora

Cálculo de la capacidad de producción	
Capacidad por jornada laboral	
Tiempo de ciclo (min/troza):	5,72 min/troza
Tiempo real por jornada :	570 min
$\text{Capacidad de producción} = \frac{\text{Tiempo Disponible}}{\text{Tiempo de ciclo}}$ $\text{Capacidad de producción} = \frac{570 \text{ min}}{5,72 \text{ min/troza}}$ $\text{Capacidad de producción} = 99,6 \text{ trozas/jornada}$	
Capacidad por hora	
Tiempo de ciclo (min/troza):	5,72 min/troza
Tiempo real por hora :	57 min
$\text{Capacidad de producción} = \frac{\text{Tiempo Disponible}}{\text{Tiempo de ciclo}}$ $\text{Capacidad de producción} = \frac{57 \text{ min}}{5,72 \text{ min/troza}}$ $\text{Capacidad de producción} = 9,96 \text{ trozas/hora}$	

En la Tabla 87 se presenta el cálculo de la capacidad de producción del proceso de descortezado, llevado a cabo en la máquina “Debarker”.

Tabla 87. Capacidad de producción – Descortezado de trozas/ Debarker

Cálculo de la capacidad de producción	
Capacidad por hora	
Tiempo de ciclo (min/troza):	3,34 min/troza
Tiempo real por hora :	60 min
$\text{Capacidad de producción} = \frac{\textit{Tiempo Disponible}}{\textit{Tiempo de ciclo}}$ $\text{Capacidad de producción} = \frac{60 \text{ min}}{3,34 \text{ min/troza}}$ $\text{Capacidad de producción} = 17,94 \text{ trozas/hora}$	

b. Capacidad de producción actual en el proceso de desenrollado

- **Tiempo disponible para la capacidad de producción**

En cuanto al tiempo disponible para calcular la capacidad actual del proceso de desenrollado, se hace referencia a la información detallada en la Tabla 19, la cual especifica la jornada laboral para cada turno encargado de las actividades en el proceso de desenrollado.

Dado que existe maquinaria específica según las dimensiones de la troza, la máquina "Torno Cremona" cuenta con un tiempo de operación de 8 horas laborables por cada turno de trabajo. Es relevante señalar que este periodo de operación incluye tiempos de receso para cada operador, generalmente de 15 minutos durante la jornada laboral en cada turno. Además, se registra un tiempo promedio de 30 minutos para la preparación de la máquina al cambiar la hoja de cuchilla del torno, acción que se realiza una vez al día.

La Tabla 88 presenta el tiempo disponible para llevar a cabo las actividades en la máquina "Torno Cremona".

Tabla 88. Tiempo disponible en el proceso de desenrollado

Tiempo disponible		
Máquina Torno Cremona	Jornada laboral completa:	16 h = 960 min
	Receso por jornada completa:	0,50 h = 30 min
	Tiempo de preparación de máquina:	0,50 h = 30 min
	Tiempo real por jornada completa:	15 h = 900 min
	Tiempo real por hora:	56,25 min

En el caso de la máquina "Torno Benecke", no se establece un tiempo fijo; es decir, el tiempo disponible es desconocido, ya que depende de las necesidades de producción para su puesta en funcionamiento. Sin embargo, se ha decidido calcular la capacidad de producción por hora.

- **Cálculo de la capacidad en el proceso de desenrollado**

En la Tabla 89 se presenta el cálculo de la capacidad de producción del proceso de desenrollado, llevado a cabo en la máquina "Torno Cremona".

Tabla 89. Capacidad de producción - Desenrollado de trozas/ Torno Cremona

Cálculo de la capacidad de producción	
Capacidad por jornada laboral	
Tiempo de ciclo (min/troza):	9,52 min/troza
Tiempo real por jornada completa :	900 min
$\text{Capacidad de producción} = \frac{\text{Tiempo Disponible}}{\text{Tiempo de ciclo}}$ $\text{Capacidad de producción} = \frac{900 \text{ min}}{9,52 \text{ min/troza}}$ $\text{Capacidad de producción} = 94,5 \text{ trozas/jornada}$	
Capacidad por hora	
Tiempo de ciclo (min/troza):	9,52 min/troza
Tiempo real por hora :	56,25 min
$\text{Capacidad de producción} = \frac{\text{Tiempo Disponible}}{\text{Tiempo de ciclo}}$ $\text{Capacidad de producción} = \frac{56,25 \text{ min}}{9,52 \text{ min/troza}}$ $\text{Capacidad de producción} = 5,9 \text{ trozas/hora}$	

En la Tabla 90 se presenta el cálculo de la capacidad de producción del proceso de desenrollado, llevado a cabo en la máquina “Torno Benecke”.

Tabla 90. Capacidad de producción - Desenrollado de trozas/ Torno Benecke

Cálculo de la capacidad de producción	
Capacidad por hora	
Tiempo de ciclo (min/troza):	4,02 min/troza
Tiempo real por hora :	60 min
$\text{Capacidad de producción} = \frac{\text{Tiempo Disponible}}{\text{Tiempo de ciclo}}$	
$\text{Capacidad de producción} = \frac{60 \text{ min}}{4,02 \text{ min/troza}}$	
$\text{Capacidad de producción} = 14,90 \text{ trozas/hora}$	

3.5.13 Resumen de la capacidad de producción del proceso de descortezado y desenrollado

En la Tabla 91, se resume la capacidad de cada máquina respectiva tanto para el proceso de descortezado como para el desenrollado de trozas.

Tabla 91. Resumen de la capacidad de producción del proceso de descortezado y desenrollado

Proceso	Subproceso	Capacidad (u/jornada)	Capacidad (u/h)
Descortezado de trozas	Peladora	99,6 trozas/ jornada	9,96 trozas/hora
	Debarker	-	17,94 trozas/hora
Desenrollado de trozas	Torno Cremona	94,53 trozas/jornada	5,90 trozas/hora
	Torno Benecke	-	14,90 trozas/hora

En la Figura 28 se muestra gráficamente la capacidad actual de producción tanto para el descortezado de trozas como para el desenrollado, ya sea en términos de producción por jornada laboral o por hora. Cabe mencionar que no se consideró la producción por jornada para la máquina Debarker y el Torno Benecke, debido a que esta depende de las necesidades de producción para su puesta en funcionamiento.

Por lo tanto, se puede afirmar que la Peladora abastece normalmente al Torno Cremona durante su jornada laboral de 10 horas con 99,6 trozas por jornada. Sin embargo, es necesario contar con dos turnos de 8 horas cada uno para lograr que la capacidad de producción del Torno Cremona procese 94,53 trozas por jornada completa.

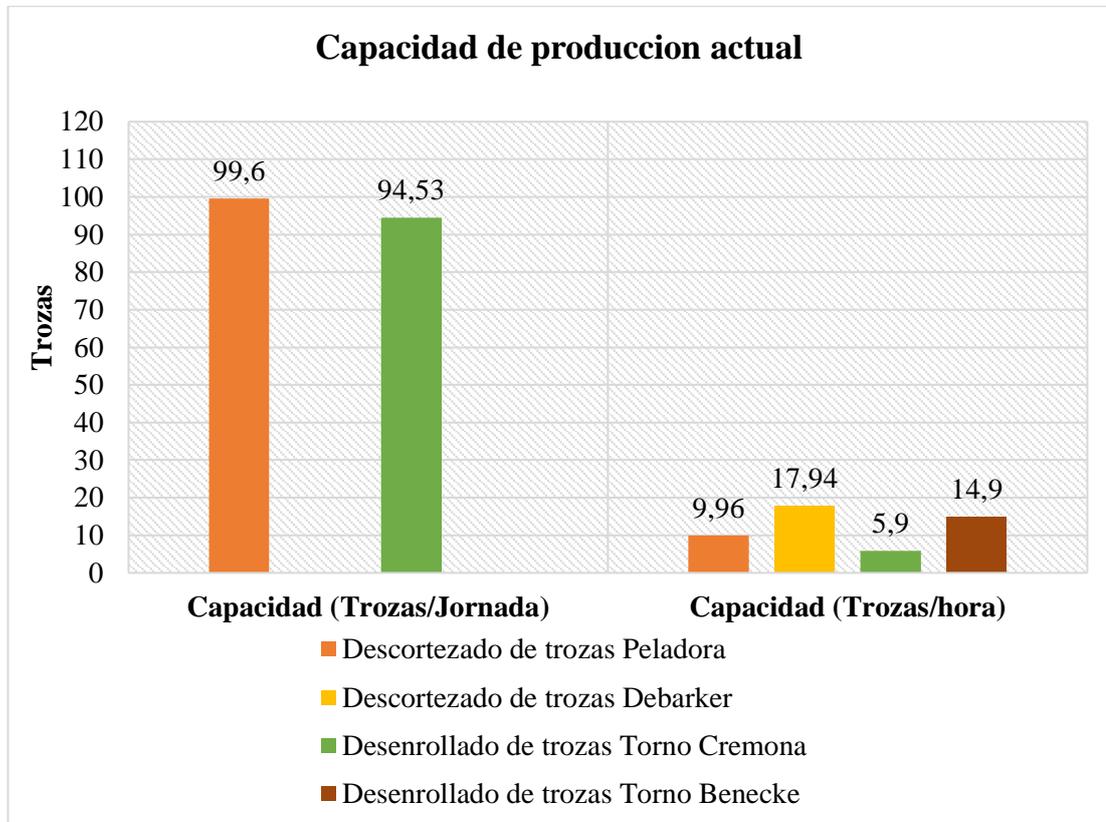


Figura 29. Capacidad de producción del proceso de descortezado y desenrollado

3.6 Propuesta de mejora

De acuerdo con el estudio realizado, se logró identificar los métodos de trabajo actuales en cada proceso productivo del área de desenrollado, así como el tiempo asignado a cada actividad. Para ello, se llevó a cabo un registro exhaustivo, análisis detallado y evaluación crítica utilizando herramientas especializadas para el estudio del trabajo, como los diagramas de flujo analíticos, los diagramas de recorrido y el análisis de tiempos.

Las propuestas de solución planteadas en esta investigación se han seleccionado considerando las observaciones realizadas a lo largo del estudio, el cual tiene como objetivo mejorar el método actual de trabajo en los procesos productivos. Asimismo, se busca establecer procedimientos de trabajo estandarizados para optimizar tareas y capacitar al personal, lo que contribuirá al aumento de los niveles de producción de la empresa.

En base al estudio de tiempo y la evaluación realizada en el área de desenrollado se proponen las siguientes soluciones:

- Plantear un rediseño del layout para el proceso de almacenamiento y selección de trozas
- Mejorar el método actual de trabajo del proceso de descortezado y desenrollado de trozas
- Estandarizar los procesos mediante manuales de procedimiento

3.6.1 Rediseño del layout para el proceso de almacenamiento y selección de trozas

Tras analizar los resultados obtenidos en los apartados previos acerca de la situación actual del proceso de almacenamiento y selección de trozas, se evidencian distancias excesivas que el operario debe recorrer utilizando la grúa forestal o el tractor, ya sea para suministrar material al proceso de descortezado o para llevar a cabo la recolección de los desechos. Estos desplazamientos generan un considerable aumento en el tiempo

empleado para trasladar materiales de una ubicación a otra, lo cual no añade valor al producto final.

En virtud de lo expuesto, se plantea la necesidad de llevar a cabo un rediseño del layout con el fin de optimizar la eficiencia del proceso, enfocándose en la reducción de los tiempos asignados al desplazamiento y en la disminución de las distancias entre las diversas zonas de trabajo. En este contexto, se han formulado las siguientes estrategias de mejora:

- Se recomienda mejorar las condiciones de acceso a las zonas de trabajo con el objetivo de eliminar la acumulación de lodo. Al optimizar estas condiciones, se busca reducir la distancia entre la entrada de la volqueta y los desechos, facilitando un ingreso más fluido y eficiente que, en última instancia, minimizará el tiempo empleado en la recolección de desechos.
- En el contexto del mejoramiento de las condiciones de ingreso a las zonas de trabajo, se sugiere que la descarga y la recepción de trozas este cerca del patio de descortezado. Esta medida está orientada a minimizar la distancia entre las dos zonas.
- Además, se plantea que, al ordenar la ubicación del patio de recepción, se logrará reducir la distancia entre este y el patio de almacenamiento.
- Al reubicar las zonas de trabajo, se busca centralizar los desechos y los sobrantes del torno cerca del ingreso. Esta estrategia tiene como objetivo principal reducir las distancias de transporte, optimizando así el flujo de desechos.

Una vez analizada la distribución actual y formulado las siguientes estrategias de mejora, las zonas de trabajo del proceso de almacenamiento y selección de trozas quedaría distribuida de la forma que se indica en la Figura 30.

a. Layout propuesto entre las zonas de trabajo del proceso de almacenamiento y selección de trozas

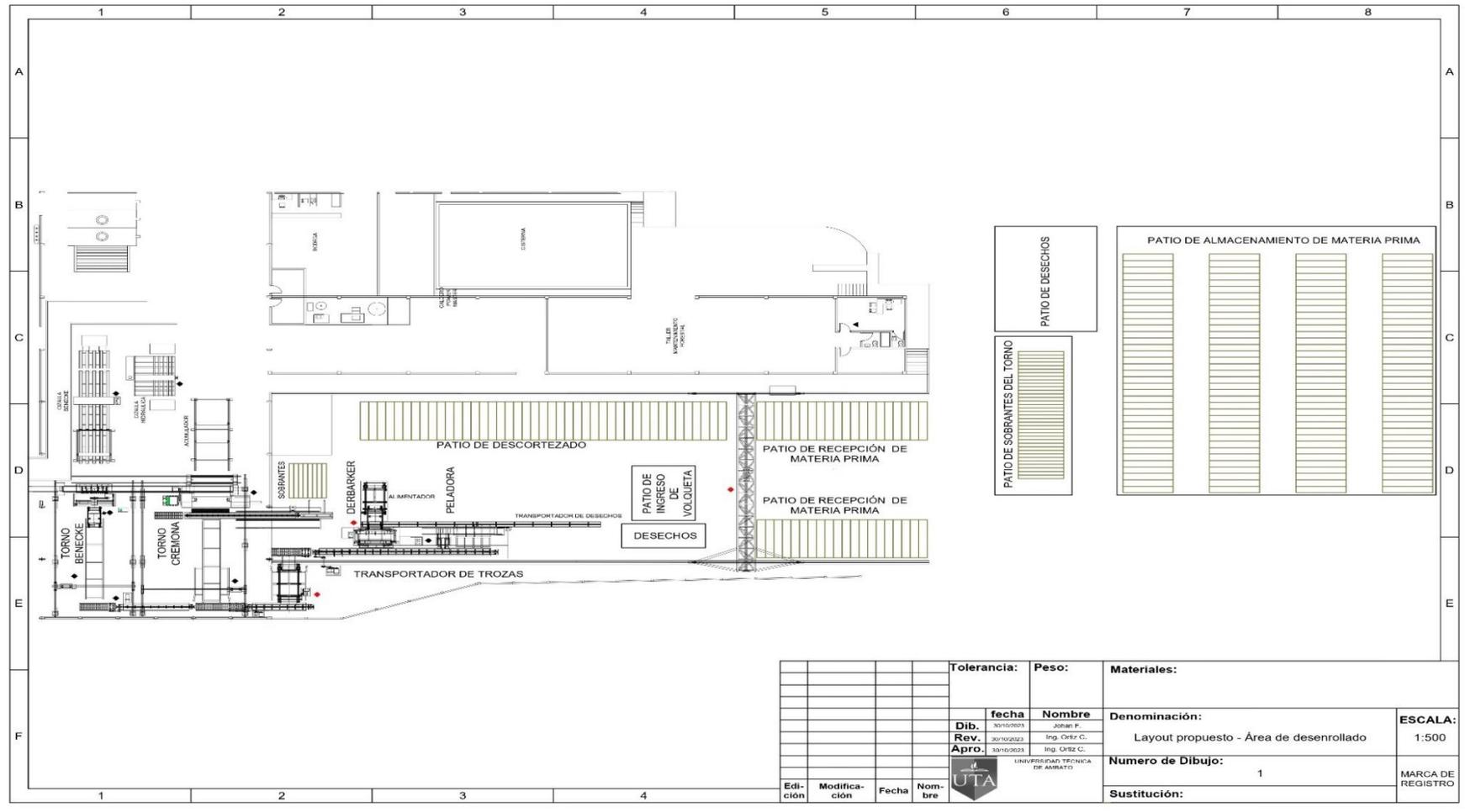


Figura 30. Layout propuesto para el proceso de almacenamiento y selección de trozas

b. Análisis y cálculo de tiempos para los movimientos en la nueva distribución

Con el propósito de calcular el tiempo requerido para llevar a cabo cada actividad con las distancias modificadas, se emplearon los valores actuales del tiempo promedio y la distancia como referencia para determinar la velocidad del operario. Las fórmulas correspondientes al cálculo de la velocidad y el tiempo se detallan en la Tabla 92.

Tabla 92. Magnitudes usadas para el cálculo de los nuevos tiempos referentes a la propuesta

Magnitud	Formula
Distancia (d)	$d = v * t$
Velocidad (v)	$v = \frac{d}{t}$
Tiempo (t)	$t = \frac{d}{v}$

Para encontrar el tiempo respecto al almacenamiento de trozas desde el patio de recepción al patio de almacenamiento con la distancia modificada se consideraron los siguientes aspectos:

- Dado que ya se conoce el tiempo actual empleado en el recorrido (4,50 minutos) y la distancia recorrida (122 metros), se procede a calcular la velocidad.

$$\text{Velocidad actual} = \frac{\text{Distancia recorrida actual}}{\text{Tiempo actual empleado}}$$

$$\text{Velocidad actual} = \frac{122 \text{ metros}}{3,90 \text{ minutos}}$$

$$\text{Velocidad actual} = 31,98 \text{ metros/minutos}$$

- Luego se procede a usar esa velocidad para calcular el tiempo necesario para la distancia propuesta, en este caso (120 metros).

$$\text{Tiempo propuesto} = \frac{\text{Distancia recorrida propuesta}}{\text{Velocidad actual}}$$

$$\textit{T tiempo propuesto} = \frac{120 \text{ metros}}{31,28 \text{ metros/ minutos}}$$

$$\textit{T tiempo propuesto} = 3,84 \text{ minutos}$$

Por lo tanto, si en 3,90 minutos se recorre 122 metros, se necesitará aproximadamente 3,84 minutos para recorrer 120 metros a la misma velocidad desde el patio de recepción al patio de almacenamiento. Los cálculos adicionales se encuentran detallados en la Tabla 93.

Tabla 93. Cálculo de los nuevos tiempos referentes a la propuesta

N°	Tiempo de recorrido Actual ida-vuelta (minutos)	Distancia total actual ida-vuelta (metros)	Distancia propuesta ida-vuelta (metros)	Velocidad (metros/minutos)	Tiempo de recorrido propuesta ida-vuelta (minutos)
1	3,90	122,00	120	31,28	3,84
2	3,46	102,00	60	29,48	2,04
3	4,61	190,00	190	41,21	4,61
4	3,46	124,00	80	35,84	2,23
5	4,61	210,00	210	45,55	4,61
6	5,44	280,00	146	51,47	2,84
7	2,26	80,00	116	35,40	3,28
8	8,96	40,00	10	31,25	2,24

c. Distancias y tiempos de recorrido en la nueva distribución

De acuerdo con los nuevos tiempos obtenidos a través de la redistribución de las zonas de trabajo en el proceso de almacenamiento y selección de trozas, se procedió a calcular el tiempo total de recorrido y la distancia recorrida en función del número de viajes realizados mensualmente. Estos viajes pueden realizarse utilizando una grúa forestal para abastecer de trozas al proceso de descortezado, o utilizando un tractor para recolectar los desechos. En la Tabla 94 se presentan los cálculos obtenidos según la propuesta.

Tabla 94. Distancias y tiempos de recorrido en la nueva distribución

Nº	Transporte	Desde	Hacia	Tiempo de recorrido propuesta ida-vuelta (minutos)	Distancia propuesta ida-vuelta (metros)	Ciclos de carga	Distancia total por viaje propuesta (metros)	Numero de viajes por mes	Distancia recorrida propuesta total (metros)	Tiempo de recorrido propuesta total (minutos)	
1	Grúa forestal	Patio de recepción	Patio de Almacenamiento	3,84	120	1	120	87	10400,00	332,46	
2	Grúa forestal	Patio de recepción	Patio de descortezado	2,04	60	1	60	128	7680,00	260,52	
3	Grúa forestal	Patio de Almacenamiento	Patio de descortezado	4,61	190	1	190	72	13616,67	330,38	
4	Grúa forestal	Patio de recepción	Alimentador de Debarker	2,23	80	1	80	30	2373,33	66,22	
5	Grúa forestal	Patio de Almacenamiento	Alimentador de Debarker	4,61	210	1	210	9	1904,00	41,80	
6	Grúa forestal	Patio de descortezado	Patio de desechos	2,84	146	1	146	20	2920,00	56,73	
7	Grúa forestal	Patio de descortezado	Patio de sobrantes del torno	3,28	116	1	116	20	2320,00	65,54	
8	Tractor	Patio de descortezado	Punto de ingreso de volqueta	2,24	10	7	70	30	2100,00	67,20	
									Total	43314,00	1220,85

d. Análisis de los resultados de la distribución actual y de la propuesta

La Tabla 95 muestra un resumen de las distancias recorridas de la distribución actual y de la propuesta entre las zonas de trabajo del proceso de almacenamiento y selección de trozas.

Tabla 95. Resumen de las distancias recorridas de la distribución actual y de la propuesta

N°	Transporte	Desde	Hacia	Distancia recorrida (metros)		Ahorro	Optimización %	Tiempo recorrido (minutos)		Ahorro	Optimización %
				Actual	Propuesta			Actual	Propuesta		
1	Grúa forestal	Patio de recepción	Patio de Almacenamiento	10573,33	10400,00	173,33	1,64%	338,00	332,46	5,54	1,64%
2	Grúa forestal	Patio de recepción	Patio de descortezado	13056,00	7680,00	5376,00	41,18%	442,88	260,52	182,36	41,18%
3	Grúa forestal	Patio de Almacenamiento	Patio de descortezado	13616,67	13616,67	0,00	0,00%	330,38	330,38	0,00	0,00%
4	Grúa forestal	Patio de recepción	Alimentador de Debarker	3678,67	2373,33	1305,33	35,48%	102,65	66,22	36,42	35,48%
5	Grúa forestal	Patio de Almacenamiento	Alimentador de Debarker	1904,00	1904,00	0,00	0,00%	41,80	41,80	0,00	0,00%
6	Grúa forestal	Patio de descortezado	Patio de desechos	5600,00	2920,00	2680,00	47,86%	108,80	56,73	52,07	47,86%
7	Grúa forestal	Patio de descortezado	Patio de sobrantes del torno	1600,00	2320,00	-720,00	-45,00%	45,20	65,54	-20,34	-45,00%
8	Tractor	Patio de descortezado	Punto de ingreso de volqueta	8400,00	2100,00	6300,00	75,00%	268,80	67,20	201,60	75,00%
			Total	58428,67	43314,00	15114,67	25,87%	1678,51	1220,85	457,65	27,27%

Con la distribución actual, la distancia recorrida mensualmente es de 58428,67 metros. Sin embargo, mediante el método propuesto, que implica una redistribución de las zonas de trabajo, la distancia se reduce a 43314,00 metros. Este cambio representa un ahorro de 15114,67 metros, equivalente al 25,87%. Esta información se representa en la Figura 31.

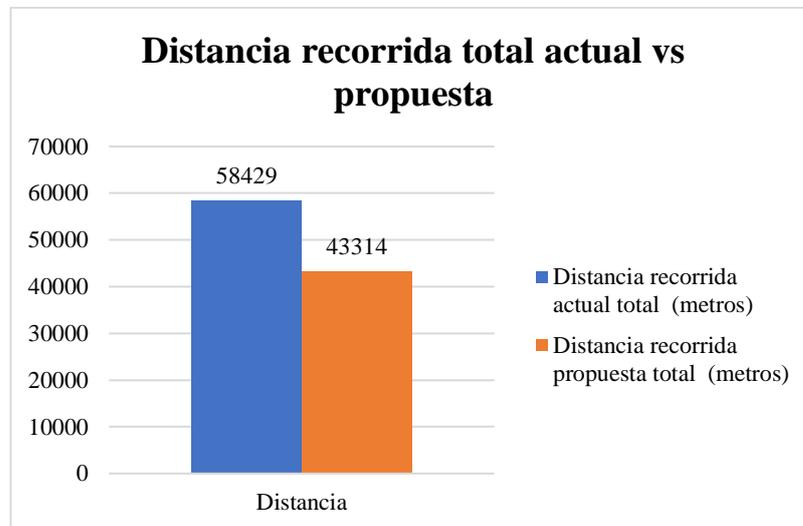


Figura 31. Distancia recorrida total actual vs propuesta

De manera similar, en la distribución actual se emplean 1678,51 minutos únicamente en transportes. En cambio, con el método propuesto, este tiempo se reduce a 1220,85 minutos. Esta optimización representa un ahorro del 27,27%, lo que equivale a 457,65 minutos. Esta información se representa en la Figura 32.

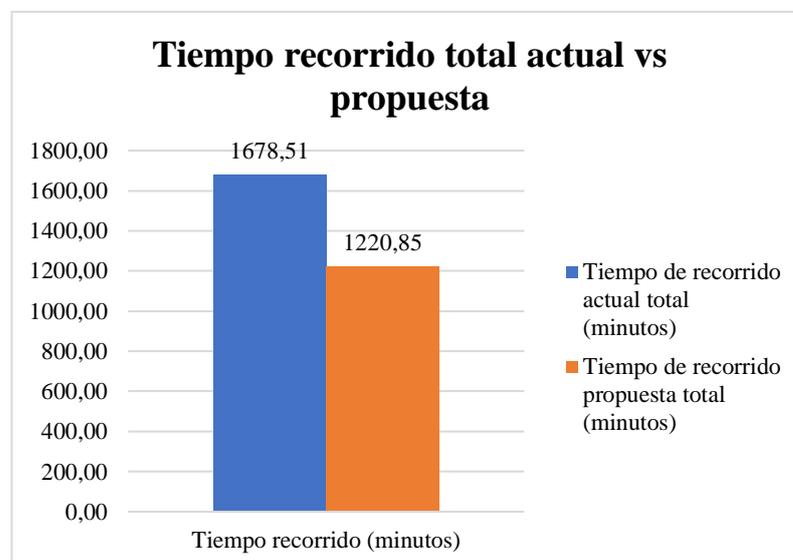


Figura 32. Tiempo de recorrido total actual vs propuesta

e. Cursogramas analíticos propuestos para cada subproceso

En base a los recientes cambios en tiempos y distancias resultantes de la reorganización de las áreas de trabajo, se han desarrollado cursogramas analíticos mejorados para cada subproceso. El propósito es detallar de forma estructurada y ordenada cada una de las actividades involucradas.

- Cursograma analítico propuesto para el almacenamiento de trozas**

En la Tabla 96, se presenta el cursograma analítico para el almacenamiento de trozas

Tabla 96. Cursograma analítico propuesto para el almacenamiento de trozas

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial										
Cursograma Analítico Material () Operario (X) Equipo ()												
Empresa:	Arboriente S.A.	N° de Operarios:	1	Hoja:	01 de 01							
Área:	Desenrollado	Diagrama N°:	1	Fecha:	05/12/2023							
Proceso:	Almacenamiento y selección de trozas	Elaborado por:	Johan Flores	Método:								
Subproceso:	Almacenamiento de trozas	Revisado por:	Ing. Christian Ortiz	Actual:	Propuesto:							
				()	(X)							
Descripción del proceso			Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Simbología					Observaciones	
N°	Actividades	Tipo de actividad										
Descarga de trozas												
1	Fijar los apoyos de la grúa forestal	Mecánico			0,48							
2	Contraer los apoyos de la grúa	Mecánico			0,46							
3	Recibir al camión que transporta la materia prima	Repetitivo	1		2,09							Esperar a que el camión de trozas se estacione adecuadamente.
4	Descargar y clasificar las trozas del camión	Variable	1		21,03							

Descripción del proceso			Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Simbología					Observaciones	
N°	Actividades	Tipo de actividad				●	➡	■	◐	▼		
Almacenamiento de trozas												
1	Fijar los apoyos de la grúa forestal	Mecánico			0,96	●						0,48 min x 2; Esta actividad se realiza 2 veces por ciclo.
2	Contraer los apoyos de la grúa forestal	Mecánico			0,92	●						0,46 min x 2; Esta actividad se realiza 2 veces por ciclo.
3	Seleccionar y cargar las trozas en la grúa forestal	Repetitivo	9		4,80	●						
4	Desplazar grúa desde el patio de recepción al patio de almacenamiento	Repetitivo	9	120	3,84		●					60 m x 2 ida y vuelta 3,84 min es el traslado de ida y vuelta
5	Descargar y almacenar las trozas	Repetitivo	9		3,94						●	
Resumen												
Actividad		Cantidad	Tiempo (min)		Distancia (m)		Observaciones					
Operación	●	6	28,65									
Transporte	➡	1	3,84		120							
Inspección	■	0	0									
Demora	◐	1	2,09									
Almacenaje	▼	1	3,94									
TOTAL		9	38,52		120							

- *Diagrama de recorrido propuesto para el almacenamiento de trozas*

Después de la redistribución de las áreas de trabajo, se puede observar en el Anexo J el diagrama de recorrido propuesto para el almacenamiento de trozas.

- **Cursograma analítico propuesto de la selección de trozas para la “Peladora”**

En la Tabla 97, se presenta el cursograma analítico de la selección de trozas para la máquina “Peladora”.

Tabla 97. Cursograma analítico propuesto de la selección de trozas para la Peladora

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial										
Cursograma Analítico Material () Operario (X) Equipo ()												
Empresa:	Arboriente S.A.	N° de Operarios:	1	Hoja:	01 de 01							
Área:	Desenrollado	Diagrama N°:	2	Fecha:	05/12/2023							
Proceso:	Almacenamiento y selección de trozas	Elaborado por:	Johan Flores	Método:								
Subproceso:	Selección de trozas para la Peladora	Revisado por:	Ing. Christian Ortiz	Actual:	Propuesto:							
				()	(X)							
Descripción del proceso			Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Simbología					Observaciones	
N°	Actividades	Tipo de actividad										
Desde el patio de recepción												
1	Fijar los apoyos de la grúa forestal	Mecánico			0,96							0,48 min x 2; Esta actividad se realiza 2 veces por ciclo.
2	Contraer los apoyos de la grúa	Mecánico			0,92							0,46 min x 2; Esta actividad se realiza 2 veces por ciclo.
3	Seleccionar y cargar las trozas en la grúa forestal	Repetitivo	9		5,02							
4	Desplazar grúa desde el patio de recepción al patio de descortezado	Repetitivo	9	60	2,04							30 m * 2 ida y vuelta 2,04 min es el traslado de ida y vuelta
5	Descargar y apilar trozas	Repetitivo	9		4,06							

Descripción del proceso			Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Simbología					Observaciones	
N°	Actividades	Tipo de actividad				●	➔	■	◐	▼		
Desde el patio de almacenamiento												
1	Fijar los apoyos de la grúa forestal	Mecánico			0,96	●						0,48 min x 2; Esta actividad se realiza 2 veces por ciclo.
2	Contraer los apoyos de la grúa	Mecánico			0,92	●						0,46 min x 2; Esta actividad se realiza 2 veces por ciclo.
3	Seleccionar y cargar las trozas en la grúa forestal	Repetitivo	9		5,14	●						
4	Desplazar grúa desde el patio de almacenamiento al patio de descortezado	Repetitivo	9	190	4,61				●			95 m * 2 ida y vuelta 4,61 min es el traslado de ida y vuelta
5	Descargar y apilar trozas	Repetitivo	9		4,04	●						
Resumen												
Actividad		Cantidad		Tiempo (min)		Distancia (m)		Observaciones				
Operación	●	8		21,58								
Transporte	➔	2		5,88		250						
Inspección	■	0										
Demora	◐	0										
Almacenaje	▼	0										
TOTAL		10		27,46		250						

- *Diagrama de recorrido propuesto de la selección de trozas para la “Peladora”*

Después de la redistribución de las áreas de trabajo, se puede observar en el Anexo K el diagrama de recorrido propuesto de la selección de trozas para la máquina “Peladora”.

- **Cursograma analítico propuesto de la selección de trozas para la “Debarker”**

En la Tabla 98, se presenta el cursograma analítico de la selección de trozas para la máquina “Debarker”.

Tabla 98. Cursograma analítico propuesto de la selección de trozas para la Debarker

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial									
Cursograma Analítico Material () Operario (X) Equipo ()											
Empresa:	Arboriente S.A.	N° de Operarios:	1	Hoja:	01 de 01						
Área:	Desenrollado	Diagrama N°:	3	Fecha:	05/12/2023						
Proceso:	Almacenamiento y selección de trozas	Elaborado por:	Johan Flores	Método:							
Subproceso:	Selección de trozas para la máquina Debarker	Revisado por:	Ing. Christian Ortiz	Actual:	Propuesto:						
				()	(X)						
Descripción del proceso		Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Simbología					Observaciones	
N°	Actividades				Tipo de actividad						
Desde el patio de recepción											
1	Fijar los apoyos de la grúa forestal	Mecánico			0,48						0,48 min x 2; Esta actividad se realiza 2 veces por ciclo.
2	Contraer los apoyos de la grúa	Mecánico			0,46						0,46 min x 2; Esta actividad se realiza 2 veces por ciclo.
3	Seleccionar y cargar las trozas en la grúa forestal	Repetitivo	15		5,97						
4	Desplazar grúa desde el patio de recepción al alimentador de la máquina Debarker	Repetitivo	15	80	2,23						40 m * 2 ida y vuelta 2,23 min es el traslado de ida y vuelta
5	Descargar y apilar trozas	Repetitivo	15		5,54						

Descripción del proceso			Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Simbología					Observaciones
N°	Actividades	Tipo de actividad				●	➔	■	◐	▼	
Desde el patio de almacenamiento											
1	Fijar los apoyos de la grúa forestal	Mecánico			0,96	●					0,48 min x 2; Esta actividad se realiza 2 veces por ciclo.
2	Contraer los apoyos de la grúa	Mecánico			0,92	●					0,46 min x 2; Esta actividad se realiza 2 veces por ciclo.
3	Seleccionar y cargar las trozas en la grúa forestal	Repetitivo	15		5,72	●					
4	Desplazar grúa desde el patio de almacenamiento al alimentador de la máquina Debarker	Repetitivo	15	210	4,61	●					105 m * 2 ida y vuelta 4,61 min es el traslado de ida y vuelta
5	Descargar y apilar trozas	Repetitivo	15		4,80	●					
Resumen											
Actividad		Cantidad	Tiempo (min)		Distancia (m)	Observaciones					
Operación	●	8	25,79								
Transporte	➔	2	6,84		290						
Inspección	■	0									
Demora	◐	0									
Almacenaje	▼	0									
TOTAL		10	32,63		290						

- **Diagrama de recorrido propuesto de la selección de trozas para la “Debarker”**

Después de la redistribución de las áreas de trabajo, se puede observar en el Anexo L el diagrama de recorrido propuesto de la selección de trozas para la máquina “Debarker”.

- **Cursograma analítico propuesto de la gestión de residuos**

En la Tabla 99 se presenta el cursograma analítico de la gestión de residuos.

Tabla 99. Cursograma analítico propuesto de la gestión de residuos

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial										
Cursograma Analítico Material () Operario (X) Equipo ()												
Empresa:	Arboriente S.A.	N° de Operarios:	1	Hoja:	01 de 01							
Área:	Desenrollado	Diagrama N°:	4	Fecha:	05/12/2023							
Proceso:	Almacenamiento y selección de trozas	Elaborado por:	Johan Flores	Método:								
Subproceso:	Gestión de residuos	Revisado por:	Ing. Christian Ortiz	Actual:	Propuesto:							
				()	(X)							
Descripción del proceso			Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Simbología					Observaciones	
N°	Actividades	Tipo de actividad										
1	Recolectar los residuos producidos en el patio de descortezado	Casual			26,75	●						Con grúa forestal
2	Desplazar los residuos desde el patio de descortezado al patio de desechos	Casual		146	2,84		●					73 m *2 ida y vuelta 2,84 min es el traslado de ida y vuelta
1	Carga y descarga de desechos con tractor	Casual			3,34	●						Con tractor
2	Desplazar los desechos desde la zona de los desechos al punto de ingreso de la volqueta	Casual		70	2,24		●					10 m ida y vuelta * 7 ciclos
1	Recolectar los sobrantes de las trozas del torno	Casual			4,46	●						Con grúa forestal
2	Desplazar grúa desde la zona de los sobrantes al patio de sobrantes del torno	Casual		116	3,28		●					58 m * 2 ida y vuelta 3,28 min es el traslado de ida y vuelta

Resumen					
Actividad		Cantidad	Tiempo (min)	Distancia (m)	Observaciones
Operación	●	3	34,55		
Transporte	➔	3	8,36	332	
Inspección	■	0			
Demora	⌚	0			
Almacenaje	▼	0			
TOTAL		6	42,91	332	

- *Diagrama de recorrido propuesto de la gestión de residuos*

Después de la redistribución de las áreas de trabajo, se puede observar en el Anexo M el diagrama de recorrido propuesto de la gestión de residuos.

3.6.2 Método de trabajo propuesto

El enfoque del método de trabajo propuesto se centra en la reducción, mejora o eliminación de actividades con el objetivo de optimizar los procesos sin alterar la funcionalidad de cada una, tanto en el descortezado de trozas mediante la máquina "Peladora" como en el desenrollado de trozas en el "Torno Cremona".

Para identificar las actividades que no agregan valor al proceso, se utiliza una matriz en la cual se analizan dichas actividades en función de lo observado durante las visitas de campo y las observaciones directas de cada proceso.

En la Tabla 100 se presenta la matriz que detalla el análisis de cada actividad. En ella, se incluyen los tiempos tanto del método actual como del propuesto para facilitar un análisis posterior y establecer posibles mejoras. Esto puede implicar la simplificación de algunas actividades que lo requieran o la asignación del tiempo de ocio del trabajador para realizar actividades externas al proceso.

En el caso de algunas actividades, no fue factible mejorarlas o eliminarlas debido a que la mayoría de ellas son variables y dependen de la troza que ingresa al proceso.

a. Matriz del proceso productivo y mejoras propuestas

Tabla 100. Matriz del proceso productivo y mejoras propuestas

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial								
Matriz del proceso productivo y mejoras propuestas										
Área:	Desenrollado		Elaborado por:		Johan Flores					
Proceso:	Desenrollado de trozas		Revisado por:		Ing. Christian Ortiz					
Producto:	Tablero contrachapado		Aprobado por:		Ing. Christian Ortiz					
Proceso	Subproceso	Actividad	Agrega Valor		Solución			Mejora	Tiempo Actual	Tiempo propuesto
			Si	No	Reducir	Eliminar	Mejorar			
Descortezado de trozas	Descortezado en la máquina Peladora	Trasladar puente grúa hasta posición inicial		X			X	Mantener actividad	0,94	0,94
		Seleccionar y enganchar por lo extremos de cada troza.	X				X	Mantener actividad	0,66	0,94
		Desplazar troza a la zona de pelado	X				X	Mantener actividad	0,80	0,80
		Ubicar troza en el coche móvil de la peladora.	X				X	Mantener actividad	0,46	0,46
		Descortezar troza	X				X	Mantener actividad	2,46	2,46
		Expulsar troza ala transportadora		X				X	Mantener actividad	0,28

Proceso	Subproceso	Actividad	Agrega Valor		Solución			Mejora	Tiempo Actual	Tiempo propuesto
			Si	No	Reducir	Eliminar	Mejorar			
Descortezado de trozas	Descortezado en la máquina Peladora	Trasladar troza para crear espacio disponible		X			X	Mantener actividad	0,22	0,22
		Registrar troza	X				X	Se sugiere aprovechar el tiempo de ocio del operador del puente grúa para llevar a cabo esta tarea durante la limpieza de la máquina por parte del operador de la Peladora.	0,35	0,35
		Limpiar zona de operación de la peladora		X			X	Mantener actividad	0,48	0,48
		Eliminar bloqueo de troza en la transportadora		X			X	Reestructurar el diseño del sistema de la transportadora con el fin de prevenir bloqueos de trozas, asegurando que el operador no se vea impedido de detener la Peladora cuando sea necesario.	0,48	-
		Organizar trozas para proceso en torno		X		X		Diseñar otro sistema de descarga de trozas en el proceso del torno con el objetivo de permitir una clasificación basada en su calidad; lo que facilite la organización directa sin requerir su traslado a otra ubicación	1,45	1,15

Proceso	Subproceso	Actividad	Agrega Valor		Solución			Mejora	Tiempo Actual	Tiempo propuesto
			Si	No	Reducir	Eliminar	Mejorar			
Desenrollado de trozas	Desenrollado de trozas en el Torno Cremona	Enganchar troza y elevarla con grúa interna		X			X	Se propone que los dos ayudantes utilicen el tiempo inactivo mientras el operador realiza la limpieza de la hoja de cuchilla del torno.	0,49	0,49
		Marcar centro de troza con patrón circular		X			X	Se sugiere asignar esta tarea a los dos ayudantes, asegurándose de tener los patrones circulares cercanos para optimizar el tiempo de ejecución.	0,44	0,30
		Medir diámetro con flexómetro		X			X	Se recomienda que el primer ayudante aproveche el tiempo disponible durante el acoplamiento de la troza para llevar a cabo la medición y el registro correspondientes de la próxima troza a ser ingresada en el próximo ciclo.	0,30	0,30
		Registrar la información de troza ingresada		X			X		0,31	0,31
		Acoplar troza en el torno	X				X	Mantener actividad	0,93	0,93
		Redondear troza	X				X	Mantener actividad	1,14	1,14
		Ubicar paleta móvil		X			X	Mantener actividad	0,31	0,31
		Apilar chapa suelta	X				X	Mantener actividad	0,95	0,95
		Transportar embobinadora al torno y prepararla		X			X	Mantener actividad	0,88	0,88

Proceso	Subproceso	Actividad	Agrega Valor		Solución			Mejora	Tiempo Actual	Tiempo propuesto
			Si	No	Reducir	Eliminar	Mejorar			
Desenrollado de trozas	Desenrollado de trozas en el Torno Cremona	Desenrollar y embobinar chapa continua	X				X	Mantener actividad	2,55	2,55
		Trasladar embobinadora a cizalla		X			X	Se plantea que los operadores de la embobinadora realicen el traslado, mientras que los de la cizalla se ocupen de la descarga y preparación para su uso subsiguiente.	0,72	0,72
		Desacoplar curro sobrante		X			X	Mantener actividad	0,40	0,40
		Registrar el sobrante de la troza		X			X	Se sugiere llevar a cabo esta actividad al operador del torno.	0,31	0,31
		Trasladar paleta móvil a cizalla		X			X	Mantener actividad	0,10	0,10
		Limpiar hoja de cuchilla del torno		X			X	Implementar un sistema de limpieza neumático integrado en el torno que permitan la limpieza de la hoja de cuchilla de manera automática y eficiente.	1,42	0,75
		Retirar malformaciones en la madera		X			X	Proporcionar al operador herramientas eléctricas especializadas diseñadas para el desbaste rápido de malformaciones en la troza.	1,20	1,00

A partir de establecer el método de trabajo propuesto para cada proceso productivo, donde se eliminaron o mejoraron algunas actividades, se han desarrollado los cursogramas analíticos tanto para el descortezado de trozas con la máquina "Peladora", como para el desenrollado de trozas en el "Torno Cremona".

b. Cursograma analítico propuesto para el descortezado de trozas en la máquina "Peladora"

En la Tabla 101, se presenta el cursograma analítico propuesto para el descortezado de trozas en la máquina "Peladora".

Tabla 101. Cursograma analítico propuesto para el descortezado de trozas/ Peladora

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial									
Cursograma Analítico Material () Operario (X) Equipo ()											
Empresa:	Arboriente S.A.	N° de Operarios:	2	Hoja:	01 de 01						
Área:	Desenrollado	Diagrama N°:	5	Fecha:	05/12/2023						
Proceso:	Descortezado de trozas	Elaborado por:	Johan Flores	Método:							
Subproceso:	Descortezado de trozas en la Peladora	Revisado por:	Ing. Christian Ortiz	Actual:	()						
				Propuesto:	(X)						
Descripción del proceso			Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Simbología					Observaciones
N°	Actividades	Tipo de actividad									
1	Trasladar puente grúa hasta posición inicial	Repetitiva	1	60	0,94						Estas actividades son realizadas por el operador del puente
2	Seleccionar y enganchar por lo extremos de cada troza.	Repetitiva	1		0,94						
3	Desplazar troza a la zona de pelado	Repetitiva	1	60	0,80						

Descripción del proceso			Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Simbología					Observaciones
Nº	Actividades	Tipo de actividad									
4	Ubicar troza en el coche móvil de la peladora.	Repetitiva	1		0,46	●					
5	Descortezar troza	Repetitiva	1		2,46	●					Esta actividad es realizada por el operador de la Peladora.
6	Expulsar troza a la transportadora	Mecánica	1		0,28	●					Son actividades accionadas por el operador de la Peladora.
7	Trasladar troza para crear espacio disponible	Mecánica	1	2	0,22	●					
8	Registrar troza	Repetitiva	1		0,35	●					Esta actividad es realizada por el operador del puente grúa.
9	Limpiar zona de operación de la peladora	Casual	1		0,48	●					Esta actividad es realizada cada 6 trozas, se indicó como frecuencia 1/6.
10	Organizar trozas para proceso en torno	Casual	1		1,15	●					Esta actividad es realizada cada 17 trozas, se indicó como frecuencia 1/17.
Resumen											
Actividad		Cantidad	Tiempo (seg)		Distancia (m)	Observaciones					
Operación		7	5,89								
Transporte		3	1,96		122						
Inspección		0	0								
Demora		0	0								
Almacenaje		0	0								
TOTAL		10	7,89		122						

c. Cursograma analítico propuesto para el desenrollado de trozas en el “Torno Cremona”

En la Tabla 102, se presenta el cursograma analítico propuesto para el desenrollado de trozas en el “Torno Cremona”.

Tabla 102. Cursograma analítico propuesto para el desenrollado de trozas/ Torno Cremona

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial								
Cursograma Analítico Material () Operario (X) Equipo ()										
Empresa:	Arboriente S.A.	N° de Operarios:	3	Hoja:	01 de 01					
Área:	Desenrollado	Diagrama N°:	2	Fecha:	05/12/2023					
Proceso:	Desenrollado de trozas	Elaborado por:	Johan Flores	Método:						
Subproceso:	Desenrollado de trozas en el Torno Cremona	Revisado por:	Ing. Christian Ortiz	Actual:	Propuesto:					
				()	(X)					
Descripción del proceso		Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Simbología					Observaciones
N°	Actividades				Tipo de actividad	●	→	■	◐	
1	Enganchar troza y elevarla con grúa interna	Repetitiva	1	0,49	●					Esta actividad es ejecutada por los dos ayudantes.
2	Marcar centro de troza con patrón circular	Repetitiva	1	0,44	●					Esta actividad es ejecutada por los dos ayudantes.
3	Medir diámetro con flexómetro	Repetitiva	1	0,30	●					Esta actividad es ejecutada por el 1° ayudante.
4	Registrar la información de troza ingresada	Repetitiva	1	0,31	●					Esta actividad es ejecutada por el 1° ayudante.
5	Acoplar troza en el torno	Repetitiva	1	0,93	●					Esta actividad es ejecutada por el operador y el 2° ayudante
6	Redondear troza	Repetitiva	1	1,14	●					El operador del torno es encargado de esta actividad.
7	Ubicar paleta móvil	Repetitiva	1	0,31	●					Los dos ayudantes se encargan de esta actividad.

Descripción del proceso			Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Simbología					Observaciones
N°	Actividades	Tipo de actividad									
8	Apilar chapa suelta	Repetitiva	1		0,95	●					Los dos ayudantes se encargan de esta actividad.
9	Trasladar paleta móvil a cizalla	Casual	1	11	0,10		●				Los dos ayudantes se encargan de esta actividad.
10	Retirar malformaciones en la madera	Casual	1		0,98	●					Esta actividad es ejecutada por el operador del torno.
11	Transportar embobinadora al torno y prepararla	Repetitiva	1		0,88		●				Los dos ayudantes se encargan de esta actividad.
12	Desenrollar y embobinar chapa continua	Repetitiva	1		2,55	●					Esta actividad es ejecutada por el operador del torno y los dos ayudantes.
13	Trasladar embobinadora a cizalla	Repetitiva	1	11	0,35		●				Los dos ayudantes se encargan de esta actividad.
14	Desacoplar curro sobrante	Repetitiva	1		0,40	●					Esta actividad es ejecutada por el operador del torno
15	Registrar el sobrante de la troza	Repetitiva	1		0,31	●					Esta actividad es ejecutada por el 1° ayudante.
16	Limpiar hoja de cuchilla del torno	Casual	1		0,75	●					Esta actividad es ejecutada por el operador del torno.
Resumen											
Actividad		Cantidad	Tiempo (min)		Distancia (m)	Observaciones					
Operación		14	5,89								
Transporte		2	10,74		22						
Inspección		0	0								
Demora		0	0								
Almacenaje		0	0								
TOTAL		16	11,19		22						

d. Diagrama de actividades múltiples propuesto

Considerando el método de trabajo propuesto, se procede a realizar el diagrama de actividades múltiples para cada proceso, con el objetivo de determinar tanto el tiempo de ciclo como el tiempo empleado por los operarios y la maquinaria.

Tabla 103. Diagrama de actividades múltiples propuesta/ Peladora

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial			
Diagrama actividades múltiples					
Área:	Desenrollado	Elaborado por:	Johan Flores		
Proceso:	Descortezado de trozas	Revisado por:	Ing. Christian Ortiz		
Producto:	Tablero contrachapado	Aprobado por:	Ing. Christian Ortiz		
Operario Puente grúa	Tiempo estándar (min)	Operario Peladora	Tiempo estándar (min)	Máquina Peladora	Tiempo estándar (min)
Trasladar puente grúa hasta posición inicial	0,94	Descortezar troza	2,46	Descortezado de troza	2,46
Seleccionar y enganchar por los extremos de cada troza.	0,66				
Desplazar troza a la zona de pelado	0,80				
Espera	0,34	Expulsar troza ala transportadora	0,28	Expulsado de troza ala transportadora	0,28
Ubicar troza en el coche móvil de la peladora	0,46	Trasladar troza para crear espacio disponible	0,22	Traslado de troza para crear espacio disponible	0,22
		Espera	0,24	Espera	1,78
Registrar troza	0,35	Limpiar zona de operación de la peladora	0,48		
Espera	0,13	Organizar trozas para proceso en torno	1,10		
Organizar trozas para proceso en torno	1,10				
Resumen					
Tiempo de ciclo:			4,78 (min/troza)		
	Operario Puente grúa	Operario Peladora	Máquina Peladora		
Tiempo de trabajo	4,31 min	4,54 min	2,96 min		
Tiempo de Ocio	0,47 min	0,24 min	1,78 min		
Utilización %	90,17%	94,99%	61,93%		

Tabla 104. Diagrama de actividades múltiples propuesta/ Torno Cremona

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial					
Diagrama de actividades múltiples							
Área:		Desenrollado		Elaborado por:		Johan Flores	
Proceso:		Desenrollado de trozas		Revisado por:		Ing. Christian Ortiz	
Subproceso		Desenrollado de trozas en el Torno Cremona		Aprobado por:		Ing. Christian Ortiz	
1° Ayudante	Tiempo (min)	2° Ayudante	Tiempo (min)	Operario Torno Cremona	Tiempo (min)	Máquina Torno Cremona	Tiempo (min)
Trasladar embobinadora a cizalla	0,72	Trasladar embobinadora a cizalla	0,72	Desacoplar curro sobrante	0,40	Desacoplado del curro sobrante	0,40
				Registrar el sobrante de la troza	0,31	Espera	1,11
Enganchar troza y elevarla con grúa interna	0,49	Enganchar troza y elevarla con grúa interna	0,49	Limpiar hoja de cuchilla del torno	0,75		
Marcar centro de troza con patrón circular	0,30	Marcar centro de troza con patrón circular	0,30	Espera	0,05		
Medir diámetro con flexómetro	0,30	Acoplar troza en el torno	0,93	Acoplar troza en el torno	0,93	Acoplado de troza	0,93
Registrar la información de troza ingresada	0,31						
Espera	0,32						
Ubicar paleta móvil	0,31	Ubicar paleta móvil	0,31	Redondear troza	1,14	Redondeado de troza	1,14
Esperar y controlar el flujo de residuos a la banda transportadora	0,83	Esperar y controlar el flujo de residuos a la banda transportadora	0,83				
Apilar chapa suelta	0,95	Apilar chapa suelta	0,95	Apilar chapa suelta	0,95	Apilado de chapa suelta	0,95
Trasladar paleta móvil a cizalla	0,10	Trasladar paleta móvil a cizalla	0,10	Retirar malformaciones en la madera	1,00	Espera	1,00
Transportar embobinadora al torno y prepararla	0,88	Transportar embobinadora al torno y prepararla	0,88				
Espera	0,02	Espera	0,02				
Embobinar chapa continua	2,55	Embobinar chapa continua	2,55	Desenrollar chapa continua	2,55	Desenrollado de chapa continua	2,55

Resumen				
Tiempo de ciclo:			8,08 (min/troza)	
	1° Ayudante	2° Ayudante	Operario Torno Cremona	Máquina Torno Cremona
Tiempo de trabajo	7,74	8,06	8,03	5,97
Tiempo de Ocio	0,34	0,02	0,05	2,11
Utilización %	95,79%	99,75%	99,38%	73,88%

e. Análisis del tiempo de ciclo actual y el propuesto

Una vez que se han formulado las propuestas de mejora, se lleva a cabo una comparación entre el tiempo de ciclo actual y el tiempo propuesto. En la Tabla 105, se muestra los resultados de esta comparación en donde se evidencia claramente la disminución en el tiempo de procesamiento.

Tabla 105. Comparación de tiempos de ciclo del método actual y propuesto

Proceso	Subproceso	Tiempo de ciclo actual (min/troza)	Tiempo de ciclo propuesto (min/troza)	Tiempo optimizado (min)	Optimización de tiempo (%)
Descortezado de trozas	Descortezado en la máquina Peladora	5,72	4,78	0,94	16,43%
Desenrollado de trozas	Desenrollado en la máquina Torno Cremona	9,52	8,08	1,44	15,14%

En el análisis comparativo del tiempo de ciclo entre el método actual y el propuesto, se observa una notable mejora en el descortezado mediante la máquina "Peladora", donde el tiempo de ciclo se reduce a 4,78 minutos, generando un ahorro de 0,94 minutos, equivalente al 16,43%. Asimismo, en el desenrollado de trozas en el "Torno Cremona", se registra una reducción en el tiempo de ciclo a 8,08 minutos, con un ahorro de 1,44 minutos, representando un 15,14% de mejora. Estos resultados se visualizan de manera gráfica en la Figura 32.

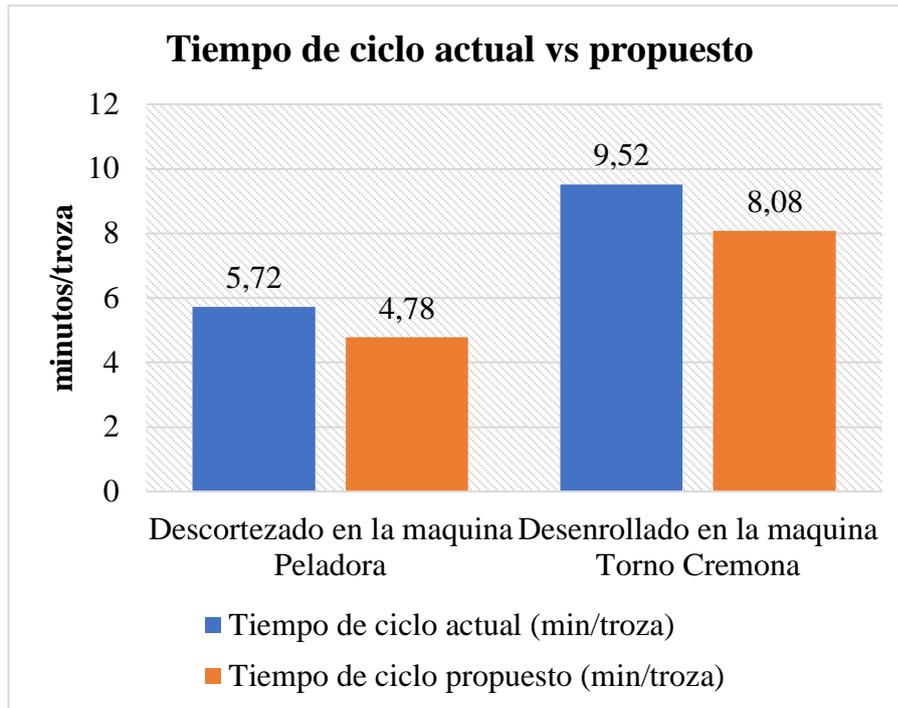


Figura 33. Tiempo de ciclo actual vs propuesto

f. Cálculo de la capacidad mediante la propuesta

En la Tabla 106 se presenta el cálculo de la capacidad de producción del proceso de descortezado mediante la propuesta, llevado a cabo en la máquina “Peladora”.

Tabla 106. Cálculo de la capacidad de producción propuesta del proceso de descortezado/ Peladora

Cálculo de la capacidad de producción mediante la propuesta	
Capacidad por jornada laboral	
Tiempo de ciclo (min/troza):	4,78 min/troza
Tiempo real por jornada:	570 min
$\text{Capacidad de producción} = \frac{\text{Tiempo Disponible}}{\text{Tiempo de ciclo}}$ $\text{Capacidad de producción} = \frac{570 \text{ min}}{4,78 \text{ min/troza}}$ $\text{Capacidad de producción} = 119,26 \text{ trozas/jornada}$	

Capacidad por hora	
Tiempo de ciclo (min/troza):	4,78 min/troza
Tiempo real por hora :	57 min
$\text{Capacidad de producción} = \frac{\text{Tiempo Disponible}}{\text{Tiempo de ciclo}}$ $\text{Capacidad de producción} = \frac{57 \text{ min}}{5,72 \text{ min/troza}}$ $\text{Capacidad de producción} = 11,93 \text{ trozas/hora}$	

En la Tabla 107 se presenta el cálculo de la capacidad de producción del proceso de desenrollado mediante la propuesta, llevado a cabo en la máquina “Torno Cremona”.

Tabla 107. Cálculo de la capacidad de producción propuesta del proceso de desenrollado/ Torno Cremona

Cálculo de la capacidad de producción mediante la propuesta	
Capacidad por jornada laboral	
Tiempo de ciclo (min/troza):	8,08 min/troza
Tiempo real por jornada completa:	900 min
$\text{Capacidad de producción} = \frac{\text{Tiempo Disponible}}{\text{Tiempo de ciclo}}$ $\text{Capacidad de producción} = \frac{900 \text{ min}}{8,08 \text{ min/troza}}$ $\text{Capacidad de producción} = 111,39 \text{ trozas/jornada}$	
Capacidad por hora	
Tiempo de ciclo (min/troza):	8,08 min/troza
Tiempo real por hora:	56,25 min
$\text{Capacidad de producción} = \frac{\text{Tiempo Disponible}}{\text{Tiempo de ciclo}}$ $\text{Capacidad de producción} = \frac{56,25 \text{ min}}{8,08 \text{ min/troza}}$ $\text{Capacidad de producción} = 6,96 \text{ trozas/hora}$	

En la Tabla 108, se resume la capacidad de cada máquina respectiva tanto para el proceso de descortezado como para el desenrollado de trozas del método propuesto

Tabla 108. Resumen del cálculo de capacidades del método propuesto

Proceso	Subproceso	Capacidad (trozas/jornada)	Capacidad (trozas/hora)
Descortezado de trozas	Descortezado en la máquina Peladora	119,26	11,93
Desenrollado de trozas	Desenrollado en la máquina Torno Cremona	111,39	6,96

g. Análisis de la capacidad de producción actual y la propuesta

Con la finalidad de analizar si existen mejoras de acuerdo con el método de trabajo propuesto con respecto a la actual, se procede a realizar el cálculo de incremento de producción de acuerdo con la siguiente Ecuación 6.

$$\%I = \frac{Cp \text{ Propuesta} - Cp \text{ Real}}{Cp \text{ Real}} \times 100 \quad (6)$$

En la Tabla 109 se presenta los cálculos respectivos del incremento porcentual de la capacidad de producción

Tabla 109. Capacidad de producción actual vs propuesto

Proceso	Subproceso	Actual (trozas/jornada)	Propuesta (trozas/jornada)	Incremento porcentual (%)
Descortezado de trozas	Descortezado en la máquina Peladora	99,6	119,26	19,74%
Desenrollado de trozas	Desenrollado en la máquina Torno Cremona	94,53	111,39	17,84%

Al implementar las propuestas de mejora en el descortezado de trozas mediante la máquina "Peladora se observa un notable incremento de la capacidad de producción en el que alcanza un incremento de 119,26 trozas por jornada que equivale al 19,74%. Asimismo, en el desenrollado de trozas en el "Torno Cremona", se registra un incremento porcentual del 17,84 % lo que equivale a 111,39 trozas por jornada.

Esto quiere decir que se ha podido incrementar la producción gracias a la eliminación de actividades improductivas y reducción de tiempos de ocio los cuales son los principales factores que generan la baja productividad del proceso. Estos resultados se visualizan de manera gráfica en la Figura 33.

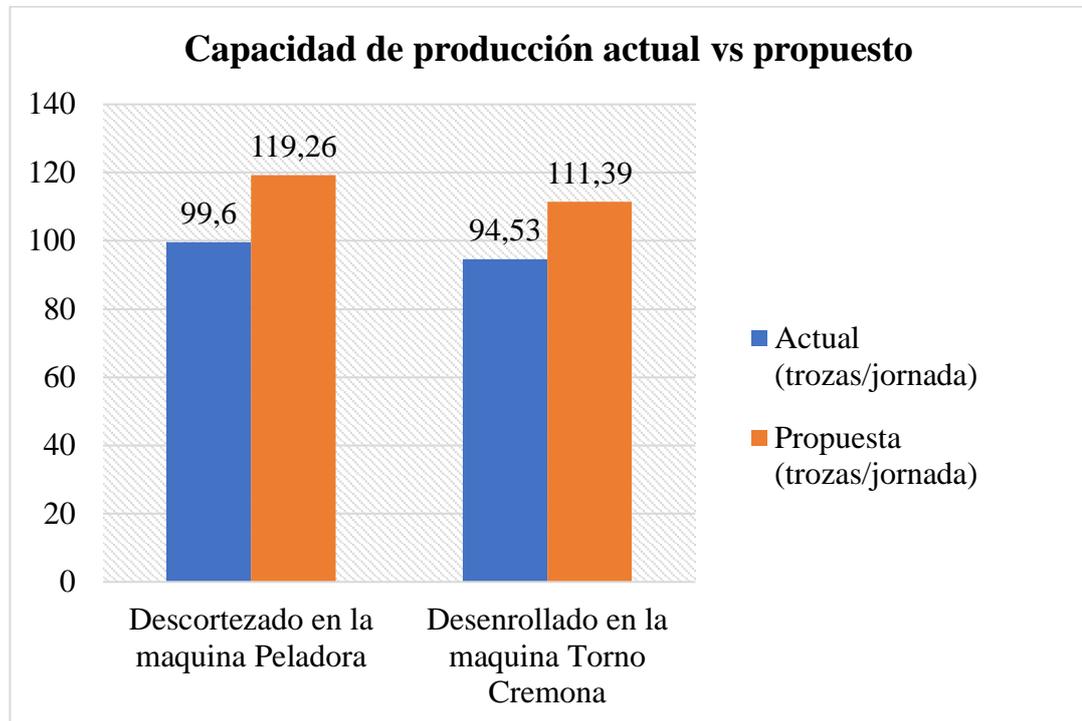


Figura 34. Capacidad de producción actual vs propuesto

3.6.3 Manual de procedimientos

A partir de los cambios implementados en el método de trabajo propuesto, junto con las actividades y sus tiempos estándar definidos en los cursogramas analíticos de la sección anterior, es necesario documentar estos procesos para asegurar que se cumplan las propuestas de mejora. Por lo tanto, se ha desarrollado un manual de procedimientos específico para los procesos del área de desenrollado.

Este manual detalla las actividades que deben llevarse a cabo en un orden específico para mejorar el método de trabajo actual, y sirve como una herramienta de apoyo para reducir la variabilidad en el ritmo de trabajo y garantizar que todo el personal realice las operaciones de manera eficiente.

En la Tabla 110 muestra el encabezado que se incluye en el manual de procesos y procedimientos.

Tabla 110. Encabezado de manual de procesos y procedimientos

	ARBORIENTE S.A	
	MANUAL DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS	
Código:	Versión:	Página:

La codificación utilizada para identificar el manual de procesos y procedimientos presenta la siguiente estructura:

M-ARB-#

Donde:

M: Manual de procesos y procedimientos

ARB: Arboriente S.A

#: Numeración del manual de procesos y procedimientos



arboriente s.a.
madera triplex

MANUAL DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS

Elaborado por: Johan Flores	Revisado por: 183 Ing. Ing. Christian Ortiz, Mg.	Aprobado por: Ing. David Gutiérrez, Mg.
---------------------------------------	---	---



arboriente s.a.
maderas triplex

ARBORIENTE S.A

**MANUAL DE PROCESOS Y
PROCEDIMIENTOS**

PROCEDIMIENTOS DEL PROCESO DE ALMACENAMIENTO Y SELECCIÓN DE TROZAS



Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Johan Flores	Ing. Ing. Christian Ortiz, Mg.	Ing. David Gutiérrez, Mg.

ALMACENAMIENTO DE TROZAS



Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Johan Flores	Ing. Ing. Christian Ortiz, Mg.	Ing. David Gutiérrez, Mg.

 arboriente s.a. maderas triplex	ARBORIENTE S.A	
	MANUAL DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS	
Código: M-ARB-ALT	Versión: 0.0	Página: 2 de 7

INDICE DE CONTENIDOS

A. Objetivo.....	187
B. Alcance.....	187
C. Glosario de términos	187
D. Responsables	187
E. Ficha técnica.....	188
F. Descripción del procedimiento	188
G. Diagrama de flujo.....	190
H. Indicadores del proceso.....	191

	ARBORIENTE S.A	
	MANUAL DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS	
Código: M-ARB-ALT	Versión: 0.0	Página: 3 de 7

A. Objetivo

Proporcionar una guía detallada que garantice la ejecución eficiente y segura de la descarga y el almacenamiento de las trozas asegurando la correcta manipulación y disposición de la materia prima.

B. Alcance

Este procedimiento comienza con la llegada del camión de trozas en el patio de recepción y concluye con la descarga de trozas en el patio de almacenamiento. Incluye las actividades de fijar los apoyos de la grúa forestal, la descarga y clasificación de trozas, así como la posterior fase de almacenamiento.

C. Glosario de términos

Grúa forestal: Es un equipo especializado utilizado para cargar y transportar los troncos. Está equipada de un brazo extensible equipado con una pinza diseñada específicamente para sujetar las trozas.

Camión de trozas: Es un tipo de camión diseñado específicamente para trasladar las trozas de madera desde el lugar de tala hasta la fábrica.

Apoyos de la grúa: Los apoyos de la grúa forestal, también conocidos como estabilizadores o patas de apoyo, se fijan al suelo para brindar estabilidad y equilibrio a la grúa durante sus operaciones de elevación, carga y descarga, asegurando un desempeño seguro.

D. Responsables

Operador Grúa forestal: Es el responsable de operar la grúa forestal realizando las actividades de fijar los apoyos de la grúa forestal, la descarga y clasificación de trozas, así como su almacenamiento.

	ARBORIENTE S.A	
	MANUAL DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS	
Código: M-ARB-ALT	Versión: 0.0	Página: 4 de 7

E. Ficha técnica

Tabla 111. Ficha técnica de almacenamiento de trozas

	FICHA TECNICA DE PROCESO	
	Proceso:	Almacenamiento y selección de trozas
	Subproceso:	Almacenamiento de trozas
Objetivo:	Descargar y almacenar las trozas asegurando la correcta manipulación y disposición de la materia prima.	
Alcance:	Este procedimiento comienza con la llegada del camión de trozas en el patio de recepción y concluye con la descarga de trozas en el patio de almacenamiento. Incluye todas las actividades intermedias necesarias.	
Responsable		Proveedor
- Operador Grúa forestal		- Proceso de recepción de materia prima
Entrada		Salida
- Trozas registradas y fichadas		- Trozas descargadas y clasificadas
Documentos		Recursos
- Registro de ingreso de trozas		- Humano - Maquinaria - Materiales

F. Descripción del procedimiento

Tabla 112. Procedimiento de almacenamiento de trozas

N°	Actividad	Descripción	Observación	Responsable
Descarga de trozas				
1	Fijar los apoyos de la grúa forestal	Se realiza un preciso posicionamiento de la grúa, orientando los apoyos de manera alineada con la zona de trabajo designada; para proceder a la activación del mecanismo de fijado mediante el panel de control de la grúa, garantizando una conexión segura con el terreno.	-Realizar esta actividad antes de iniciar cualquier operación con la grúa forestal. -Verificar que el terreno esté nivelado para una fijación óptima.	- Operador Grúa forestal
2	Contraer los apoyos de la grúa	Se realiza la activación precisa del mecanismo de contracción de los apoyos desde el panel de control, permitiendo así la preparación para su traslado.	Realizar esta actividad después de finalizar cualquier operación con la grúa forestal para poder movilizarla.	- Operador Grúa forestal

	ARBORIENTE S.A	
	MANUAL DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS	
Código: M-ARB-ALT	Versión: 0.0	Página: 5 de 7

N°	Actividad	Descripción	Observación	Responsable
3	Recibir al camión que transporta la materia prima	Coordinar con el conductor del camión de trozas para indicar la ubicación de la descarga.	-Establecer una comunicación clara con el conductor para evitar demoras. -Verificar que el patio de descarga se encuentre en condiciones seguras.	- Operador Grúa forestal
4	Descargar y clasificar las trozas del camión	Realizar una minuciosa verificación de la calidad de las trozas en la descarga, para llevar a cabo una clasificación efectiva de las trozas, organizándolas según sus tamaños y condiciones.	Seleccionar y cargar directamente en la grúa forestal aquellas trozas que se encuentren en condiciones favorables, con el fin de trasladarlas al patio de descortezado.	- Operador Grúa forestal
Almacenamiento de trozas				
1	Fijar los apoyos de la grúa forestal	Se realiza un preciso posicionamiento de la grúa, orientando los apoyos de manera alineada con la zona de trabajo designada; para proceder a la activación del mecanismo de fijado mediante el panel de control de la grúa, garantizando una conexión segura con el terreno.	-Realizar esta actividad antes de iniciar cualquier operación con la grúa forestal. -Verificar que el terreno esté nivelado para una fijación óptima.	- Operador Grúa forestal
2	Contraer los apoyos de la grúa forestal	Se realiza la activación precisa del mecanismo de contracción de los apoyos desde el panel de control, permitiendo así la preparación para la siguiente fase	Inspeccionar que no exista obstrucciones antes de contraer los apoyos.	- Operador Grúa forestal
3	Seleccionar y cargar las trozas en la grúa forestal	Activar el sistema de control y ajustar la posición de los ganchos de acuerdo con el tamaño y disposición específica de cada troza. Posteriormente, emplear con precisión los controles de la grúa para descender los ganchos y asegurar cada troza de manera segura. Una vez enganchadas, proceder a elevar gradualmente las trozas y cargarlas en la grúa	Coordinar con el supervisor de turno para identificar trozas que deben ser almacenadas.	- Operador Grúa forestal

N°	Actividad	Descripción	Observación	Responsable
4	Desplazar grúa desde el patio de recepción al patio de almacenamiento	Manipular la botonera de control de la grúa para iniciar el movimiento, y alinear la grúa con la zona asignada para la descarga.	Coordinar con el supervisor de turno para recibir indicaciones sobre la ubicación en el patio de almacenamiento.	- Operador Grúa forestal
5	Descargar y almacenar las trozas	Activar el sistema de control y ajustar la posición de los ganchos de acuerdo con el tamaño y disposición específica de cada troza. Una vez enganchadas, proceder a elevar gradualmente las trozas y descargarlas en el patio de almacenamiento.	-Las trozas deben ser apiladas con cuidado y de manera ordenada, evitando cargas excesivas y la combinación de tamaños diversos. -Emplear madera como base para las pilas.	- Operador Grúa forestal

G. Diagrama de flujo

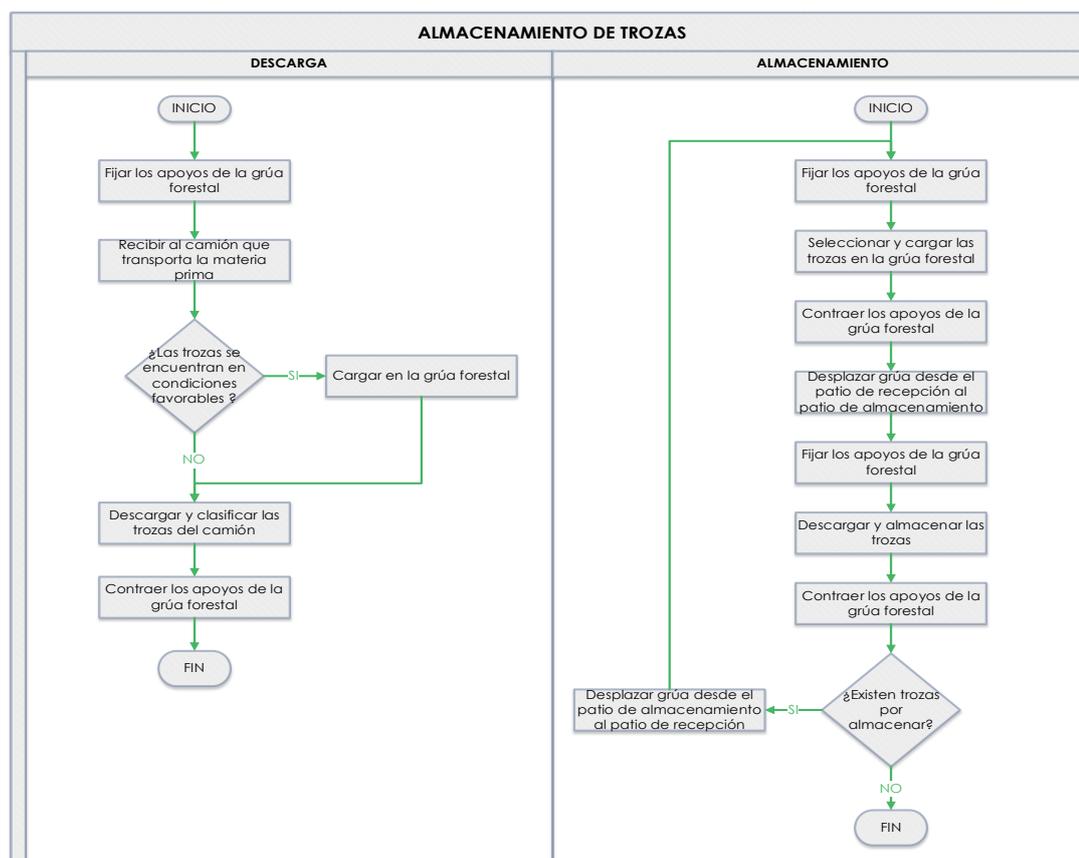


Figura 35. Flujograma de almacenamiento de trozas

	ARBORIENTE S.A	
	MANUAL DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS	
Código: M-ARB-ALT	Versión: 0.0	Página: 7 de 7

H. Indicadores del proceso

Tabla 113. Ficha técnica del indicador de tiempo de descarga

	FICHA INDICADOR DE PROCESO	
	Proceso:	Almacenamiento y selección de trozas
	Subproceso:	Almacenamiento de trozas
Nombre del indicador:	Tiempo de descarga	
Objetivo:	Medir la eficiencia en la duración de la de descarga de trozas.	
Tipo de indicador:	Eficiencia	
Formula:	<i>Hora de fin de descarga – Hora de inicio de descarga</i>	
Unidades:	Minutos	
Frecuencia:	Diaria	
Meta:	Mantener el tiempo de descarga por debajo de los 30 minutos.	

Tabla 114. Ficha técnica del indicador de índice de conformidad de trozas descargadas

	FICHA INDICADOR DE PROCESO	
	Proceso:	Almacenamiento y selección de trozas
	Subproceso:	Almacenamiento de trozas
Nombre del indicador:	Índice de conformidad de trozas descargadas.	
Objetivo:	Evaluar la proporción de trozas descargadas conformes.	
Tipo de indicador:	Calidad	
Formula:	$\frac{\text{Numero de trozas de buena calidad}}{\text{Total de trozas descargadas}} \times 100$	
Unidades:	Porcentaje	
Frecuencia:	Diaria	
Meta:	Mantener el índice de conformidad por encima del 95%.	

SELECCIÓN DE TROZAS PARA LA MÁQUINA PELADORA



Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Johan Flores	Ing. Ing. Christian Ortiz, Mg.	Ing. David Gutiérrez, Mg.

 arboriente s.a. maderas triplex	ARBORIENTE S.A	
	MANUAL DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS	
Código: M-ARB-STP	Versión: 0.0	Página: 1 de 7

INDICE DE CONTENIDOS

A. Objetivo.....	194
B. Alcance.....	194
C. Glosario de términos	194
D. Responsables	194
E. Ficha técnica.....	195
F. Descripción del procedimiento	195
G. Diagrama de flujo.....	198
I. Indicadores del proceso.....	199

	ARBORIENTE S.A	
	MANUAL DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS	
Código: M-ARB-STP	Versión: 0.0	Página: 2 de 7

A. Objetivo

Proporcionar una guía detallada que garantice la ejecución eficiente de la selección de trozas desde el patio de recepción y almacenamiento hacia el patio de descortezado, asegurando la correcta manipulación y disposición de la materia prima para su posterior procesamiento en la máquina peladora.

B. Alcance

Este procedimiento abarca desde la selección de trozas en el patio de recepción y almacenamiento hacia el patio de descortezado para su posterior descarga.

C. Glosario de términos

Troza: Tronco de madera que se someterá al proceso de pelado.

Grúa forestal: Es un equipo especializado utilizado para cargar y transportar los troncos. Está equipada de un brazo extensible equipado con una pinza diseñada específicamente para sujetar las trozas.

Patio de almacenamiento: Espacio destinado para el almacenamiento temporal de las trozas.

Patio de recepción: Área destinada para la recepción inicial de las trozas

Patio de descortezado: Área donde se descargan las trozas para su posterior procesamiento en la máquina peladora.

D. Responsables

Operador Grúa forestal: Es el responsable de operar la grúa forestal, desempeñando tareas como fijar los apoyos de la grúa, seleccionar y descargar trozas, así como llevar a cabo su traslado.

	ARBORIENTE S.A	
	MANUAL DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS	
Código: M-ARB-STP	Versión: 0.0	Página: 3 de 7

E. Ficha técnica

Tabla 115. Ficha técnica de la selección de trozas para la máquina Peladora

	FICHA TECNICA DE PROCESO	
	Proceso:	Almacenamiento y selección de trozas
	Subproceso:	Selección de trozas para la máquina Peladora
Objetivo:	Seleccionar y descargar trozas desde el patio de recepción y almacenamiento hacia el patio de descortezado, para su posterior procesamiento en la máquina peladora.	
Alcance:	Este procedimiento abarca desde la selección de trozas en el patio de recepción y almacenamiento hacia el patio de descortezado para su posterior descarga.	
Responsable		Proveedor
- Operador Grúa forestal		- Proceso de descarga y almacenamiento
Entrada		Salida
- Trozas descargadas y clasificadas de mayor dimensión		- Trozas descargadas en el patio de descortezado
Documentos		Recursos
-		- Humano - Maquinaria

F. Descripción del procedimiento

Tabla 116. Procedimiento de la selección de trozas para la máquina Peladora

N°	Actividad	Descripción	Observación	Responsable
Desde el patio de recepción				
1	Fijar los apoyos de la grúa forestal	Se realiza un preciso posicionamiento de la grúa, orientando los apoyos de manera alineada con la zona de trabajo designada; para proceder a la activación del mecanismo de fijado mediante el panel de control de la grúa, garantizando una conexión segura con el terreno.	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar esta actividad antes de iniciar cualquier operación con la grúa forestal. - Verificar que el terreno esté nivelado para una fijación óptima. 	- Operador Grúa forestal

	ARBORIENTE S.A	
	MANUAL DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS	
Código: M-ARB-STP	Versión: 0.0	Página: 4 de 7

N°	Actividad	Descripción	Observación	Responsable
2	Contraer los apoyos de la grúa	Se realiza la activación precisa del mecanismo de contracción de los apoyos desde el panel de control, permitiendo así la preparación para la siguiente fase	- Realizar esta actividad después de finalizar cualquier operación con la grúa forestal para poder movilizarla.	- Operador Grúa forestal
3	Seleccionar y cargar las trozas en la grúa forestal	Activar el sistema de control y ajustar la posición de los ganchos de acuerdo con el tamaño y disposición específica de cada troza. Posteriormente, emplear con precisión los controles de la grúa para descender los ganchos y asegurar cada troza de manera segura. Una vez enganchadas, proceder a elevar gradualmente las trozas y cargarlas en la grúa.	- Coordinar con el supervisor de turno para identificar las trozas que deben ser seleccionadas. - Seleccionar, en cada viaje de la grúa, un mínimo de 9 trozas de dimensiones superiores.	- Operador Grúa forestal
4	Desplazar la grúa desde el patio de recepción al patio de descortezado	Manipular la botonera de control de la grúa para iniciar el movimiento, y alinear la grúa con la zona asignada para la descarga.		- Operador Grúa forestal
5	Descargar y apilar las trozas	Activar el sistema de control y ajustar la posición de los ganchos de acuerdo con el tamaño y disposición específica de cada troza. Una vez enganchadas, proceder a elevar gradualmente las trozas y descargarlas en el patio de descortezado.	Las trozas deben ser apiladas con cuidado y de manera ordenada, para facilitar la selección de su posterior procesamiento en la máquina peladora.	- Operador Grúa forestal

	ARBORIENTE S.A	
	MANUAL DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS	
Código: M-ARB-STP	Versión: 0.0	Página: 5 de 7

N°	Actividad	Descripción	Observación	Responsable
Desde el patio de almacenamiento				
1	Fijar los apoyos de la grúa forestal	- Repetir el procedimiento anterior	- Realizar esta actividad antes de iniciar cualquier operación con la grúa forestal. - Verificar que el terreno esté nivelado para una fijación óptima.	- Operador Grúa forestal
2	Contraer los apoyos de la grúa	- Repetir el procedimiento anterior	- Realizar esta actividad después de finalizar cualquier operación con la grúa forestal para poder movilizarla.	- Operador Grúa forestal
3	Seleccionar y cargar las trozas en la grúa forestal	- Repetir el procedimiento anterior	- Coordinar con el supervisor de turno para identificar las trozas que deben ser seleccionadas. - Seleccionar las trozas de mayor dimensión.	- Operador Grúa forestal
4	Desplazar la grúa desde el patio de almacenamiento al patio de descortezado	- Repetir el procedimiento anterior		- Operador Grúa forestal
5	Descargar y apilar las trozas	- Repetir el procedimiento anterior	Las trozas deben ser apiladas con cuidado y de manera ordenada, para facilitar la selección de su posterior procesamiento en la máquina peladora.	- Operador Grúa forestal

G. Diagrama de flujo

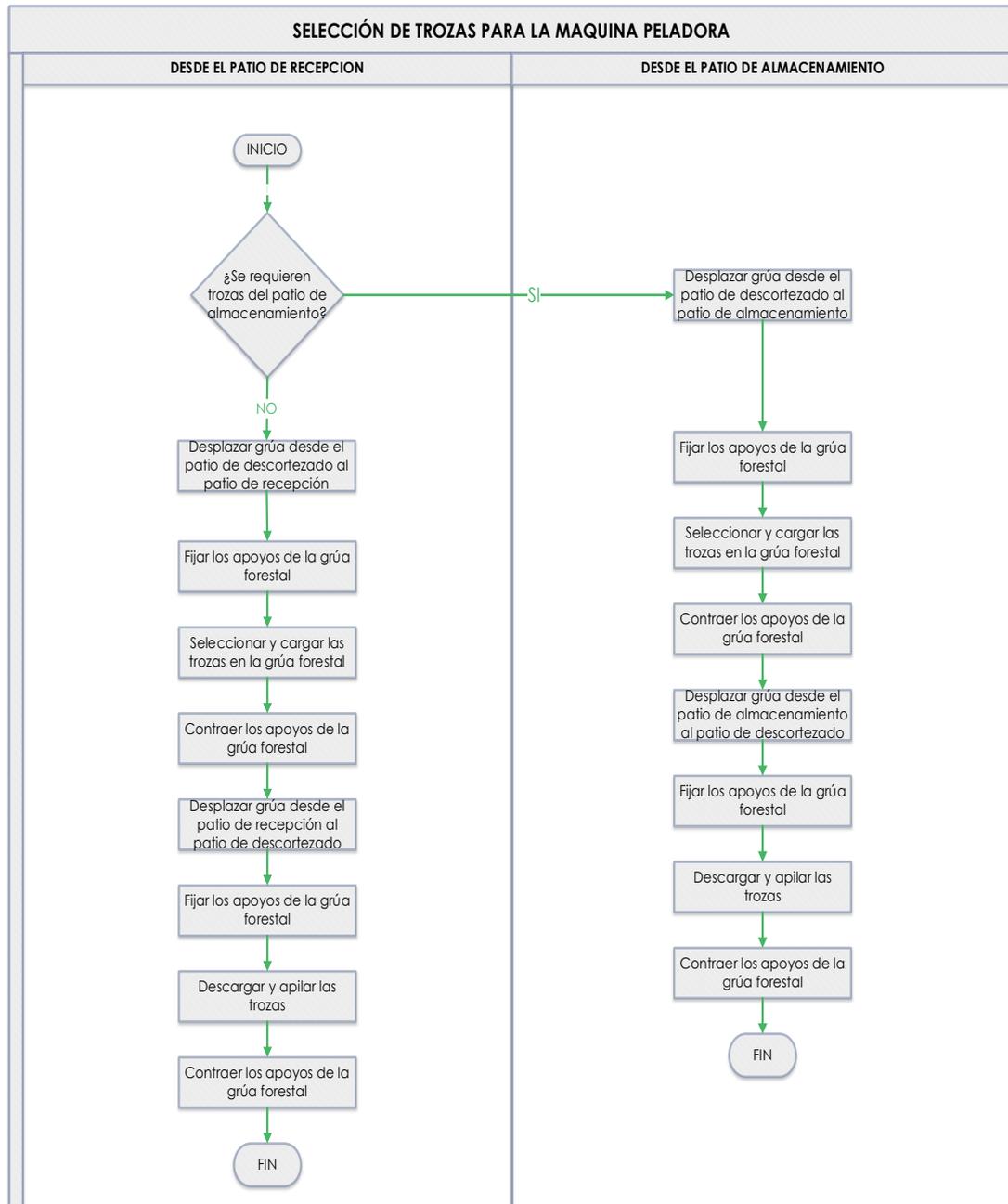


Figura 36. Flujograma de la selección de trozas para la máquina Peladora

	ARBORIENTE S.A	
	MANUAL DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS	
Código: M-ARB-STP	Versión: 0.0	Página: 7 de 7

I. Indicadores del proceso

Tabla 117. Ficha técnica del indicador del índice de trozas seleccionadas de buena calidad

	FICHA INDICADOR DE PROCESO	
	Proceso:	Almacenamiento y selección de trozas
	Subproceso:	Selección de trozas para la máquina Peladora
Nombre del indicador:	Índice de trozas seleccionadas de buena calidad	
Objetivo:	Evaluar la proporción de trozas seleccionadas que se encuentran en buena calidad para su posterior procesamiento en la máquina peladora.	
Tipo de indicador:	Calidad	
Formula:	$\frac{\text{Numero de trozas de buena calidad}}{\text{Total de trozas seleccionadas}} \times 100$	
Unidades:	Porcentaje	
Frecuencia:	Diaria	
Meta:	Lograr que al menos el 85% de las trozas seleccionadas cumplan con altos estándares de calidad	

SELECCIÓN DE TROZAS PARA LA MÁQUINA DEBARKER



Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Johan Flores	Ing. Ing. Christian Ortiz, Mg.	Ing. David Gutiérrez, Mg.

 arboriente s.a. maderas triplex	ARBORIENTE S.A	
	MANUAL DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS	
Código: M-ARB-STD	Versión: 0.0	Página: 1 de 7

INDICE DE CONTENIDOS

A. Objetivo.....	202
B. Alcance.....	202
C. Glosario de términos	202
D. Responsables	202
E. Ficha técnica.....	203
F. Descripción del procedimiento	203
G. Diagrama de flujo.....	206
H. Indicadores del proceso.....	207

	ARBORIENTE S.A	
	MANUAL DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS	
Código: M-ARB-STD	Versión: 0.0	Página: 2 de 7

A. Objetivo

Proporcionar una guía detallada que garantice la ejecución eficiente de la selección de trozas desde el patio de recepción y almacenamiento hacia el alimentador de la máquina Debarker, asegurando la correcta manipulación y disposición de la materia prima para su posterior procesamiento.

B. Alcance

Este procedimiento abarca desde la selección de trozas en el patio de recepción y almacenamiento hacia el alimentador de la máquina Debarker para su posterior descarga.

C. Glosario de términos

Troza: Tronco de madera que se someterá al proceso de pelado.

Grúa forestal: Es un equipo especializado para cargar y transportar los troncos.

Patio de almacenamiento: Espacio destinado para el almacenamiento temporal de las trozas.

Patio de recepción: Área destinada para la recepción inicial de las trozas

Alimentador de la máquina Debarker: El alimentador es un componente esencial diseñado para elevar y transportar la troza hasta cargarla eficientemente en la máquina Debarker.

D. Responsables

Operador Grúa forestal: Es el responsable de operar la grúa forestal, desempeñando tareas como fijar los apoyos de la grúa, seleccionar y descargar trozas, así como llevar a cabo su traslado.

	ARBORIENTE S.A	
	MANUAL DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS	
Código: M-ARB-STD	Versión: 0.0	Página: 3 de 7

E. Ficha técnica

Tabla 118. Ficha técnica de la selección de trozas para la máquina Debarker

	FICHA TECNICA DE PROCESO	
	Proceso:	Almacenamiento y selección de trozas
	Subproceso:	Selección de trozas para la máquina Debarker
Objetivo:	Seleccionar y descargar trozas desde el patio de recepción y almacenamiento hacia el alimentador de la máquina Debarker, para su posterior procesamiento.	
Alcance:	Este procedimiento abarca desde la selección de trozas en el patio de recepción y almacenamiento hacia el el alimentador de la máquina Debarker para su posterior descarga.	
Responsable		Proveedor
- Operador Grúa forestal		- Proceso de descarga y almacenamiento
Entrada		Salida
- Trozas descargadas y clasificadas de menor dimensión		- Trozas descargadas en alimentador de la máquina Debarker
Documentos		Recursos
-		- Humano - Maquinaria

F. Descripción del procedimiento

Tabla 119. Procedimiento de la selección de trozas para la máquina Debarker

N°	Actividad	Descripción	Observación	Responsable
Desde el patio de recepción				
1	Fijar los apoyos de la grúa forestal	Se realiza un preciso posicionamiento de la grúa, orientando los apoyos de manera alineada con la zona de trabajo designada; para proceder a la activación del mecanismo de fijado mediante el panel de control de la grúa, garantizando una conexión segura con el terreno.	- Realizar esta actividad antes de iniciar cualquier operación con la grúa forestal. - Verificar que el terreno esté nivelado para una fijación óptima.	- Operador Grúa forestal
2	Contraer los apoyos de la grúa	Se realiza la activación precisa del mecanismo de contracción de los apoyos desde el panel de control, permitiendo así la preparación para la siguiente fase	- Realizar esta actividad después de finalizar cualquier operación con la grúa forestal para poder movilizarla.	- Operador Grúa forestal

	ARBORIENTE S.A	
	MANUAL DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS	
Código: M-ARB-STD	Versión: 0.0	Página: 4 de 7

N°	Actividad	Descripción	Observación	Responsable
3	Seleccionar y cargar las trozas en la grúa forestal	Activar el sistema de control y ajustar la posición de los ganchos de acuerdo con el tamaño y disposición específica de cada troza. Posteriormente, emplear con precisión los controles de la grúa para descender los ganchos y asegurar cada troza de manera segura. Una vez enganchadas, proceder a elevar gradualmente las trozas y cargarlas en la grúa.	<ul style="list-style-type: none"> - Coordinar con el supervisor de turno para identificar las trozas que deben ser seleccionadas. - Seleccionar, en cada viaje de la grúa, un mínimo de 15 trozas de menor tamaño. 	- Operador Grúa forestal
4	Desplazar grúa desde el patio de recepción al alimentador de la máquina Debarker	Manipular la botonera de control de la grúa para iniciar el movimiento, y alinear la grúa con la zona asignada para la descarga.		- Operador Grúa forestal
5	Descargar y apilar las trozas	Activar el sistema de control y ajustar la posición de los ganchos de acuerdo con el tamaño y disposición específica de cada troza. Una vez enganchadas, proceder a elevar gradualmente las trozas y descargarlas en el patio de almacenamiento.	Las trozas deben apilarse con cuidado y orden en el alimentador para facilitar la elevación y carga eficiente en la máquina Debarker.	- Operador Grúa forestal
Desde el patio de almacenamiento				
1	Fijar los apoyos de la grúa forestal	- Repetir el procedimiento anterior	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar esta actividad antes de iniciar cualquier operación con la grúa forestal. - Verificar que el terreno esté nivelado para una fijación óptima. 	- Operador Grúa forestal
2	Contraer los apoyos de la grúa	- Repetir el procedimiento anterior	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar esta actividad después de finalizar cualquier operación con la grúa forestal para poder movilizarla. 	Operador Grúa forestal

	ARBORIENTE S.A	
	MANUAL DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS	
Código: M-ARB-STD	Versión: 0.0	Página: 5 de 7

N°	Actividad	Descripción	Observación	Responsable
3	Seleccionar y cargar las trozas en la grúa forestal	- Repetir el procedimiento anterior	- Coordinar con el supervisor de turno para identificar las trozas que deben ser seleccionadas. - Seleccionar, en cada viaje de la grúa, un mínimo de 15 trozas de menor tamaño.	- Operador Grúa forestal
4	Desplazar grúa desde el patio de almacenamiento al alimentador de la máquina Debarker	- Repetir el procedimiento anterior		- Operador Grúa forestal
5	Descargar y apilar las trozas	- Repetir el procedimiento anterior	Las trozas deben apilarse con cuidado y orden en el alimentador para facilitar la elevación y carga eficiente en la máquina Debarker.	- Operador Grúa forestal

G. Diagrama de flujo

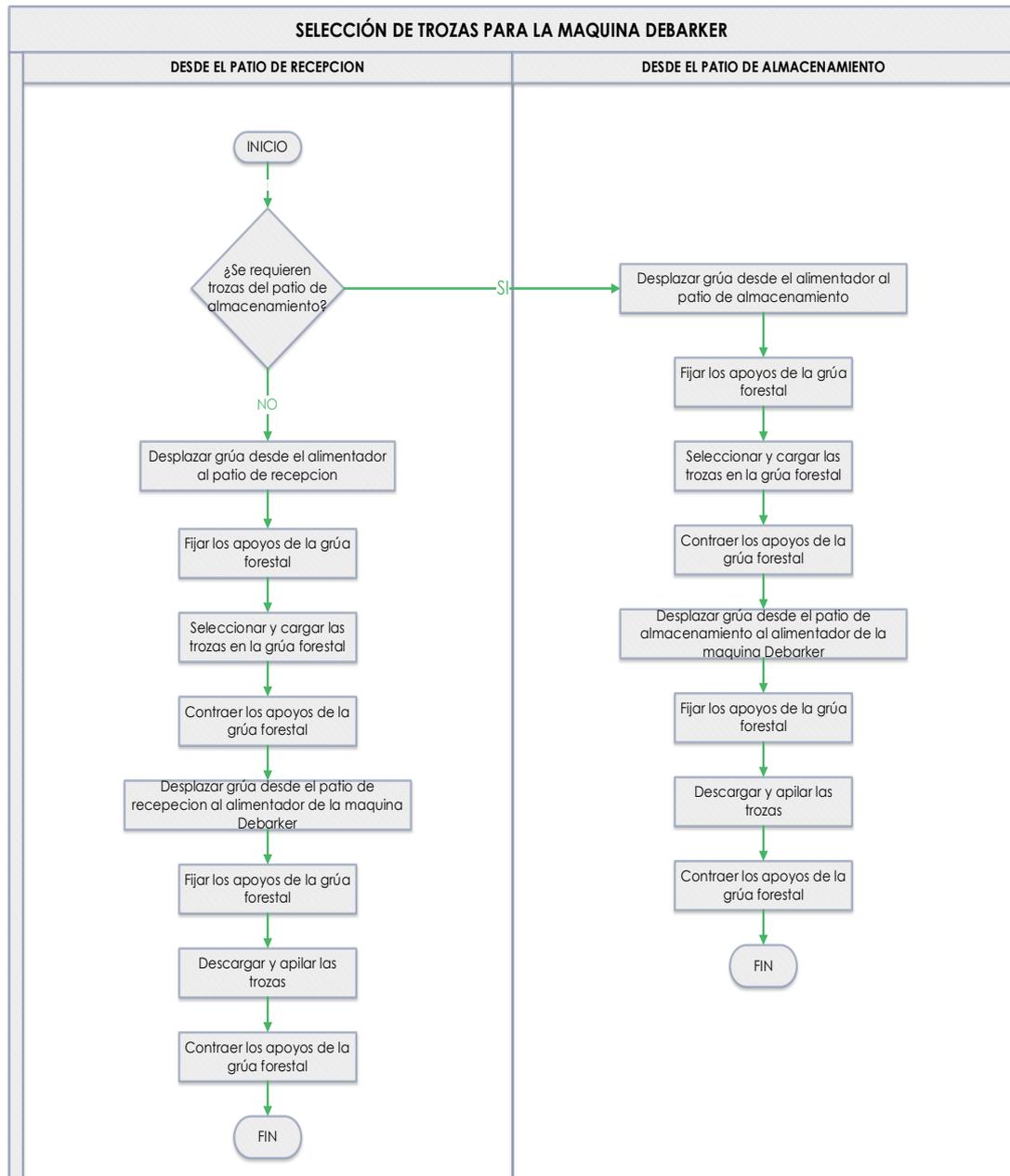


Figura 37. Flujograma de la selección de trozas para la máquina Debarker

	ARBORIENTE S.A	
	MANUAL DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS	
Código: M-ARB-STD	Versión: 0.0	Página: 7 de 7

H. Indicadores del proceso

Tabla 120. Ficha del indicador del índice de trozas seleccionadas de buena calidad

	FICHA INDICADOR DE PROCESO	
	Proceso:	Almacenamiento y selección de trozas
	Subproceso:	Selección de trozas para la máquina Debarker
Nombre del indicador:	Índice de trozas seleccionadas de buena calidad	
Objetivo:	Evaluar la proporción de trozas seleccionadas que se encuentran en buena calidad para su posterior procesamiento en la máquina Debarker.	
Tipo de indicador:	Calidad	
Formula:	$\frac{\text{Numero de trozas de buena calidad}}{\text{Total de trozas seleccionadas}} \times 100$	
Unidades:	Porcentaje	
Frecuencia:	Diaria	
Meta:	Lograr que al menos el 85% de las trozas seleccionadas cumplan con altos estándares de calidad	



arboriente s.a.
maderas triplex

ARBORIENTE S.A

**MANUAL DE PROCESOS Y
PROCEDIMIENTOS**

GESTION DE RESIDUOS



Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Johan Flores	Ing. Ing. Christian Ortiz, Mg.	Ing. David Gutiérrez, Mg.

 arboriente s.a. maderas triplex	ARBORIENTE S.A	
	MANUAL DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS	
Código: M-ARB-GDR	Versión: 0.0	Página: 1 de 5

INDICE DE CONTENIDOS

A. Objetivo.....	210
B. Alcance.....	210
C. Glosario de términos	210
D. Responsables	210
E. Ficha técnica.....	211
F. Descripción del procedimiento	211
G. Diagrama de flujo.....	213

	ARBORIENTE S.A	
	MANUAL DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS	
Código: M-ARB-GDR	Versión: 0.0	Página: 2 de 5

A. Objetivo

Proporcionar una guía detallada que garantice un manejo eficiente de los residuos generados en el proceso de descortezado y desenrollado, desde su recolección hasta su disposición final.

B. Alcance

Este procedimiento abarca las actividades relacionadas con la recolección, desplazamiento y disposición final de los residuos generados en el proceso de descortezado y desenrollado.

C. Glosario de términos

Residuos: Tronco de madera que se someterá al proceso de pelado.

Volqueta: Vehículo especializado para el transporte de los residuos.

Patio de descortezado: Área donde se trasladan los residuos que se generan en el descortezado de trozas.

Patio de desechos: Zona destinada para descargar los desechos

Patio de sobrantes del torno: Zona donde se trasladan los sobrantes que se generan en el desenrollado de trozas

D. Responsables

Operador Grúa forestal: Es el responsable de operar la grúa forestal, desempeñando tareas como la recolección, desplazamiento y disposición final de los residuos.

	ARBORIENTE S.A	
	MANUAL DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS	
Código: M-ARB-GDR	Versión: 0.0	Página: 3 de 5

E. Ficha técnica

Tabla 121. Ficha técnica de la gestión de residuos

	FICHA TECNICA DE PROCESO	
	Proceso:	Almacenamiento y selección de trozas
	Subproceso:	Gestión de los residuos
Objetivo:	Garantizar un manejo eficiente de los residuos generados en el proceso de descortezado y desenrollado, desde su recolección hasta su disposición final.	
Alcance:	Este procedimiento abarca las actividades relacionadas con la recolección, desplazamiento y disposición final de los residuos generados en el proceso de descortezado y desenrollado.	
Responsable		Proveedor
- Operador Grúa forestal		- Proceso de descortezado y desenrollado
Entrada		Salida
- Residuos - Sobrantes		- Recolección y disposición final de los desechos y los sobrantes de las trozas
Documentos		Recursos
-		- Humano - Maquinaria

F. Descripción del procedimiento

Tabla 122. Procedimiento de la gestión de residuos

N°	Actividad	Descripción	Observación	Responsable
1	Recolectar los residuos producidos en el patio de descortezado	Realiza un posicionamiento preciso de la grúa, alineando meticulosamente los apoyos con la zona designada. Activa el sistema de control y ajusta la posición de los ganchos para llevar a cabo la recolección eficiente de residuos, posteriormente cargándolos en la grúa.	Realizar esta actividad cada que se encuentre acumulación de residuos.	- Operador Grúa forestal
2	Desplazar los residuos desde el patio de descortezado al patio de desechos	Lleva a cabo una activación precisa del mecanismo de contracción de los apoyos y desplaza la grúa con los residuos hacia el patio destinado para los desechos.		- Operador Grúa forestal

	ARBORIENTE S.A	
	MANUAL DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS	
Código: M-ARB-GDR	Versión: 0.0	Página: 4 de 5

N°	Actividad	Descripción	Observación	Responsable
3	Carga y descarga de desechos con tractor	Efectúa un posicionamiento exacto del tractor, permitiendo la carga de desechos con la cuchara del tractor de manera eficaz.	Realizar esta actividad hasta que se encuentre lleno de desperdicios la volqueta.	- Operador Grúa forestal
4	Desplazar los desechos desde la zona de los desechos al punto de ingreso de la volqueta	Desplaza los desechos a una altura considerada, asegurando un traslado eficiente hasta el punto de ingreso de la volqueta. Luego, procede a la descarga de los desechos en el interior de la volqueta.		- Operador Grúa forestal
5	Recolectar los sobrantes de las trozas del torno	Realiza un preciso posicionamiento de la grúa, alineando cuidadosamente los apoyos con la zona. Activa el sistema de control y ajusta la posición de los ganchos para llevar a cabo la recolección de los sobrantes de las trozas, cargándolos posteriormente en la grúa.	Realizar esta actividad cada que se encuentre acumulación de sobrantes.	- Operador Grúa forestal
6	Desplazar grúa desde la zona de los sobrantes al patio de sobrantes del torno	Ejecuta una activación precisa del mecanismo de contracción de los apoyos y desplaza la grúa con los sobrantes hacia el patio designado para los sobrantes del torno.		- Operador Grúa forestal

G. Diagrama de flujo

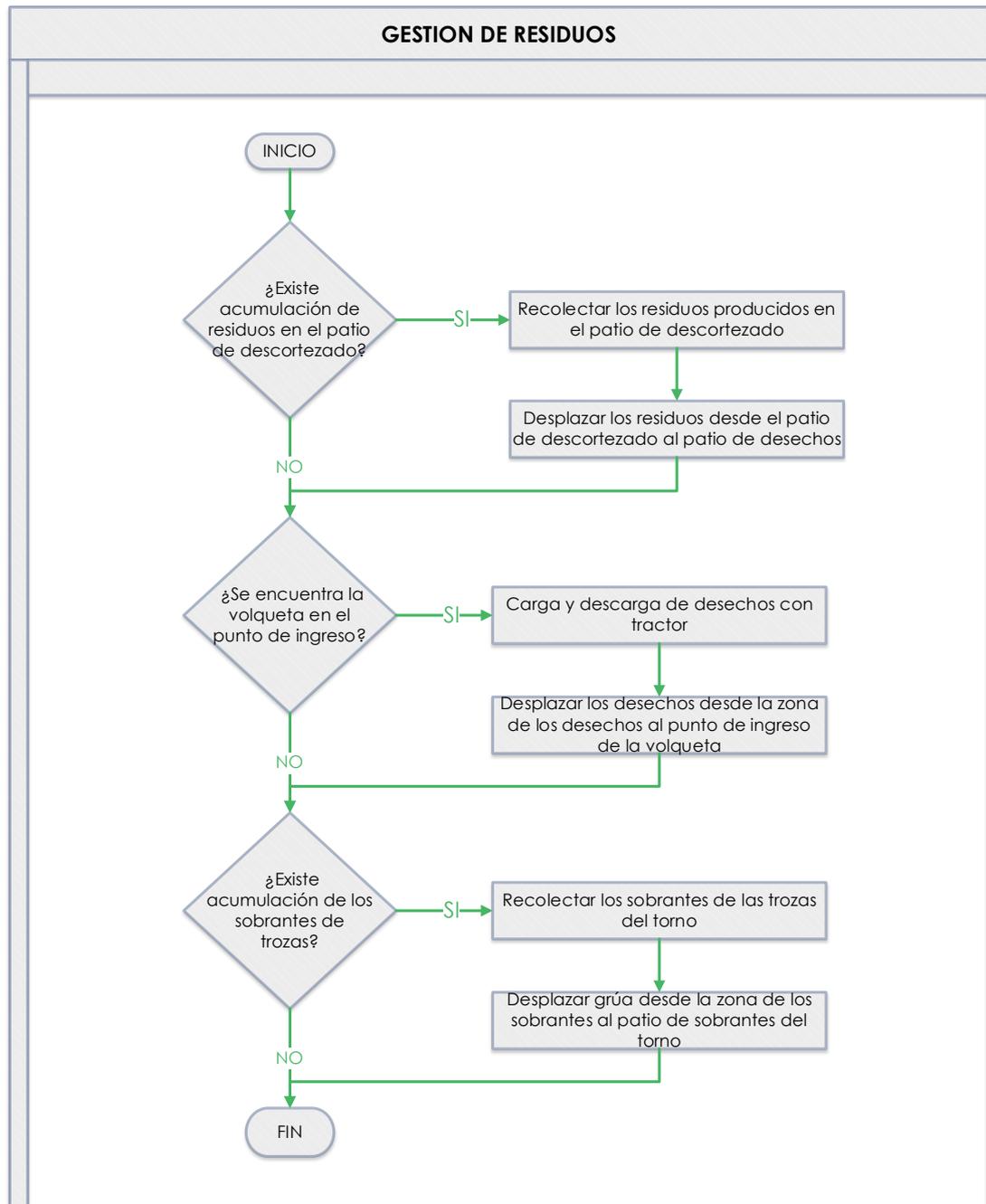


Figura 38. Flujograma de la gestión de residuos



arboriente s.a.
maderas triplex

ARBORIENTE S.A

**MANUAL DE PROCESOS Y
PROCEDIMIENTOS**

PROCEDIMIENTOS DEL PROCESO DE DESCORTEZADO DE TROZAS



Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Johan Flores	Ing. Ing. Christian Ortiz, Mg.	Ing. David Gutiérrez, Mg.



arboriente s.a.
maderas triplex

ARBORIENTE S.A

**MANUAL DE PROCESOS Y
PROCEDIMIENTOS**

DESCORTEZADO DE TROZAS EN LA MÁQUINA PELADORA



Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Johan Flores	Ing. Ing. Christian Ortiz, Mg.	Ing. David Gutiérrez, Mg.

	ARBORIENTE S.A	
	MANUAL DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS	
Código: M-ARB-DTP	Versión: 0.0	Página: 1 de 6

INDICE DE CONTENIDOS

A. Objetivo.....	217
B. Alcance.....	217
C. Glosario de términos	217
D. Responsables	217
E. Ficha técnica.....	218
F. Descripción del procedimiento	218
G. Diagrama de flujo.....	220
H. Indicadores del proceso.....	221

	ARBORIENTE S.A	
	MANUAL DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS	
Código: M-ARB-DTP	Versión: 0.0	Página: 2 de 6

A. Objetivo

Proporcionar una guía detallada de las actividades que realiza cada operador para retirar de manera eficiente la corteza de las trozas mediante la máquina “Peladora”.

B. Alcance

Este procedimiento se aplica exclusivamente al descortezado de trozas que se realiza en la máquina "Peladora", la cual forma parte del proceso general de descortezado. Este proceso se inicia con el traslado de las trozas desde su posición inicial hasta la zona de pelado mediante un puente grúa. Posteriormente, se llevan a cabo el descortezado y se organiza las trozas de manera adecuada.

C. Glosario de términos

Puente grúa externo: Es un equipo de manipulación de carga que cuenta con ganchos suspendidos de un mecanismo que se desplaza a lo largo del puente y son utilizados para elevar y transportar las trozas hasta la descortezadora.

Troza: Tronco de madera que se someterá al proceso de pelado.

Peladora: Es una máquina diseñada específicamente que se encarga de despojar de manera efectiva la capa externa de corteza de las trozas.

Transportadora de trozas: Sistema de transporte que utiliza una cadena continúa impulsada por un motor.

D. Responsables

Operario del puente grúa: Se describe como el operario responsable de manipular el puente grúa, desplazándolo desde su posición inicial hasta la zona de pelado. Además, tiene la tarea de seleccionar correctamente cada troza, engancharla por sus extremos y llevar a cabo el registro correspondiente antes del proceso.

	ARBORIENTE S.A	
	MANUAL DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS	
Código: M-ARB-DTP	Versión: 0.0	Página: 3 de 6

Operario de la Peladora: Es responsable de operar la máquina "Peladora" para despojar de manera eficiente la corteza de la troza. Además, se encarga de expulsar la troza hacia la transportadora, desplazarla y mantener limpia la zona de operación de la máquina.

E. Ficha técnica

Tabla 123. Ficha técnica del descortezado de trozas en la máquina Peladora

	FICHA TECNICA DE PROCESO	
	Proceso:	Descortezado de trozas
	Subproceso:	Descortezado de trozas en la Peladora
Objetivo:	Retirar de manera eficiente la corteza de las trozas mediante la máquina "Peladora".	
Alcance:	El siguiente procedimiento es aplicable únicamente para el descortezado de trozas en la máquina "Peladora". Incluye el traslado con puente grúa, descortezado y su respectiva organización.	
Responsable		Proveedor
<ul style="list-style-type: none"> - Operario del puente grúa - Operario de la Peladora 		<ul style="list-style-type: none"> - Proceso de almacenamiento y selección de trozas
Entrada		Salida
<ul style="list-style-type: none"> - Trozas de mayor dimensión 		<ul style="list-style-type: none"> - Troza descortezada
Documentos		Recursos
<ul style="list-style-type: none"> - Registro de trozas descortezadas 		<ul style="list-style-type: none"> - Humano - Maquinaria - Materiales

F. Descripción del procedimiento

Tabla 124. Procedimiento del descortezado de trozas en la máquina Peladora

N°	Actividad	Descripción	Observación	Responsable
1	Seleccionar y enganchar por lo extremos de cada troza.	Mediante la botonera de control, se guía el puente grúa hacia la troza seleccionada y, luego, se efectúa la colocación manual de ganchos en ambos extremos de la troza para proceder con su elevación.	Verificar visualmente la calidad de cada troza antes de engancharla para asegurar un proceso sin contratiempos.	Operario del puente grúa
2	Desplazar troza a la zona de pelado	Mediante la botonera de control, el operario maniobra el puente grúa para trasladar la troza hacia la peladora.		Operario del puente grúa

	ARBORIENTE S.A	
	MANUAL DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS	
Código: M-ARB-DTP	Versión: 0.0	Página: 4 de 6

N°	Actividad	Descripción	Observación	Responsable
3	Ubicar troza en el coche móvil de la peladora.	Con la manipulación del puente grúa, se realiza una colocación precisa de la troza en el coche móvil de la peladora.		Operario del puente grúa
4	Trasladar puente grúa hasta posición inicial	El operario realiza el desplazamiento del puente grúa a su posición inicial para proceder a seleccionar nuevamente la troza.		Operario del puente grúa
5	Descortezar troza	Inicia el descortezado accionando el botón verde de encendido y activando los motores necesarios. Asegura el movimiento del coche móvil y del brazo correspondiente mediante el uso de selectores y botones respectivos.	El tiempo de descortezado de troza es variable así que dependerá de la dimensión de la troza que ingrese al proceso.	Operario de la Peladora
6	Expulsar troza a la transportadora	Retorna el coche móvil a la posición inicial pulsando el botón correspondiente y expulsa la troza mediante el botón "Botar Troza". Posteriormente, utiliza el botón "Regresar" para volver los expulsores a su posición inicial.	Verificar que la troza sea expulsada hacia la transportadora de manera adecuada, evitando posibles atascos o interrupciones en el flujo del proceso.	Operario de la Peladora
7	Trasladar troza para crear espacio disponible	La troza, una vez expulsada hacia la transportadora, se desplaza para generar el espacio necesario para la siguiente troza.		Operario de la Peladora
8	Registrar troza	Se registran datos relacionado a su etiquetado, lo que incluye especie, tamaño y fecha de ingreso.	Registrar las trozas que serán procesadas previamente, aprovechando el tiempo en el que el operador de la peladora realice la limpieza de la máquina.	Operario del Puente grúa
9	Limpiar zona de operación de la peladora	Debido al excesivo residuo que produce el descortezado, el operario realiza la limpieza de la peladora para poder seguir realizando su actividad.	Llevar a cabo la limpieza de la zona de operación cada que se procese 6 trozas. Verificar que todos los mecanismos estén inactivos.	Operario de la Peladora
10	Organizar trozas para proceso en torno	Cada troza se desplaza por la transportadora y, posteriormente, es descargada de manera manual o automática en el proceso de desenrollado. Los operarios, con la asistencia del puente grúa interior, deben trasladar y organizar las trozas.	Considerar la calidad de cada troza para asegurar su descarga en la zona correspondiente, permitiendo una correcta organización para la siguiente fase del proceso.	Operario de la Peladora Operario del puente grúa

G. Diagrama de flujo

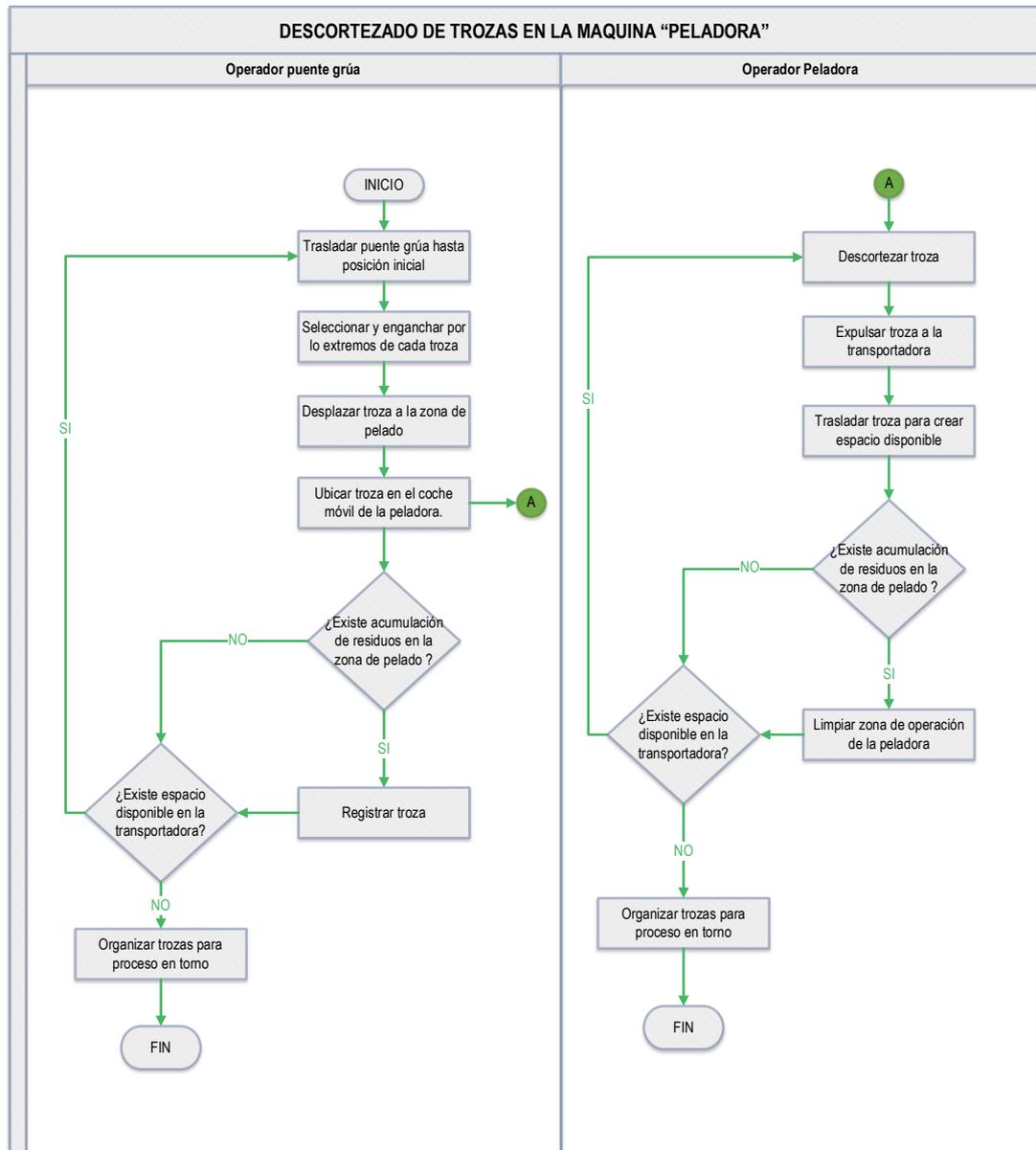


Figura 39. Flujograma del descortezado de trozas en la máquina Peladora

	ARBORIENTE S.A	
	MANUAL DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS	
Código: M-ARB-DTP	Versión: 0.0	Página: 6 de 6

H. Indicadores del proceso

Tabla 125. Ficha técnica del indicador de trozas descortezadas por hora

	FICHA INDICADOR DE PROCESO	
	Proceso:	Descortezado de trozas
	Subproceso:	Descortezado de trozas en la Peladora
Nombre del indicador:	Trozas descortezadas por hora	
Objetivo:	Medir la cantidad de trozas descortezadas por hora de trabajo por equipo.	
Tipo de indicador:	Eficiencia	
Formula:	$\frac{\text{Trozas descortezadas}}{\text{Horas de trabajo del equipo}}$	
Unidades:	Trozas/hora	
Frecuencia:	Diaria	
Meta:	El número de trozas descortezadas debe ser mayor a 10 trozas/hora	

Tabla 126. Ficha técnica del indicador del rendimiento de producción de descortezado

	FICHA INDICADOR DE PROCESO	
	Proceso:	Descortezado de trozas
	Subproceso:	Descortezado de trozas en la Peladora
Nombre del indicador:	Rendimiento de producción	
Objetivo:	Calcular la relación entre la producción real de descortezado y la producción teórica.	
Tipo de indicador:	Eficiencia	
Formula:	$\frac{\text{Unidades descortezadas}}{\text{Capacidad teorica}} \times 100$	
Unidades:	Porcentaje	
Frecuencia:	Diaria	
Meta:	El porcentaje de la relación de la producción debe ser mayor a 80 %.	



arboriente s.a.
maderas triplex

ARBORIENTE S.A

**MANUAL DE PROCESOS Y
PROCEDIMIENTOS**

DESCORTEZADO DE TROZAS EN LA MÁQUINA DEBARKER



Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Johan Flores	Ing. Ing. Christian Ortiz, Mg.	Ing. David Gutiérrez, Mg.

 arboriente s.a. maderas triplex	ARBORIENTE S.A	
	MANUAL DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS	
Código: M-ARB-DTD	Versión: 0.0	Página: 1 de 5

INDICE DE CONTENIDOS

A. Objetivo.....	224
B. Alcance.....	224
C. Glosario de términos	224
D. Responsables	224
E. Ficha técnica.....	225
F. Descripción del procedimiento	225
G. Diagrama de flujo.....	226
H. Indicadores del proceso.....	227

	ARBORIENTE S.A	
	MANUAL DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS	
Código: M-ARB-DTD	Versión: 0.0	Página: 2 de 5

A. Objetivo

Proporcionar una guía detallada de las actividades que se realiza en la máquina Debarker para el descortezado de trozas, asegurando la eliminación eficiente de la corteza y preparando las trozas para las etapas subsiguientes

B. Alcance

Este procedimiento abarca desde la carga y preparación de la troza hasta la expulsión de esta a la transportadora, incluyendo actividades de descortezado, registro y limpieza de la zona de operación.

C. Glosario de términos

Troza: Tronco de madera que se someterá al proceso de pelado.

Máquina Debarker: Es una máquina diseñada específicamente para eliminar la corteza de las trozas de madera de menor dimensión. No cuenta con cuchillas, en su lugar, utiliza un sistema de desenrollado continuo para eliminar la corteza.

Transportadora de trozas: Sistema de transporte que utiliza una cadena continúa impulsada por un motor.

D. Responsables

Operario de la Debarker: Se describe como el operario responsable de además de operar la Peladora, también es el encargado de operar la máquina Debarker. Tiene la tarea de cargar y descortezar la troza hasta la expulsión de esta a la transportadora

	ARBORIENTE S.A	
	MANUAL DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS	
Código: M-ARB-DTD	Versión: 0.0	Página: 3 de 5

E. Ficha técnica

Tabla 127. Ficha técnica del descortezado de trozas en la máquina Debarker

	FICHA TECNICA DE PROCESO	
	Proceso:	Descortezado de trozas
	Subproceso:	Descortezado de trozas en la máquina Debarker
Objetivo:	Retirar de manera eficiente la corteza de las trozas mediante la máquina "Debarker".	
Alcance:	El siguiente procedimiento es aplicable únicamente para el descortezado de trozas en la máquina "Debarker". Incluye la preparación, descortezado y su respectiva expulsión a la transportadora.	
Responsable		Proveedor
- Operario de la Debarker		- Proceso de almacenamiento y selección de trozas
Entrada		Salida
- Trozas de menor dimensión		- Troza descortezada
Documentos		Recursos
- Registro de trozas descortezadas		- Humano - Maquinaria - Materiales

F. Descripción del procedimiento

Tabla 128. Procedimiento del descortezado de trozas en la Debarker

N°	Actividad	Descripción	Observación	Responsable
1	Cargar y preparar troza	Elevar y transportar la troza mediante el alimentador, alinear y cargar la troza en la máquina. Utilizar la botonera de control para posicionar la troza y poder desenrollarla.	Verificar visualmente la calidad de cada troza antes de cargar a la máquina para asegurar un proceso sin contratiempos.	Operario de la Debarker
2	Descortezar troza	Inicia el descortezado accionando el botón verde de encendido y activando los motores necesarios. Asegura el movimiento mediante el uso de selectores y botones respectivos.		Operario de la Debarker
3	Expulsar troza a transportadora	Pulsar el botón correspondiente y expulsa la troza mediante el botón "Botar Troza". Una vez expulsada hacia la transportadora, se desplaza para generar el espacio necesario para la siguiente troza		Operario de la Debarker

N°	Actividad	Descripción	Observación	Responsable
4	Registrar troza	Se registran datos relacionado a su etiquetado, lo que incluye especie, tamaño y fecha de ingreso.		Operario de la Debarker
5	Limpiar zona de operación	Detener la máquina Debarker y asegurarse de que todos los mecanismos estén inactivos. Retirar residuos de corte, virutas o cualquier material acumulado en la zona de operación.	Utilizar herramientas adecuadas para la limpieza de componentes	Operario de la Debarker

G. Diagrama de flujo

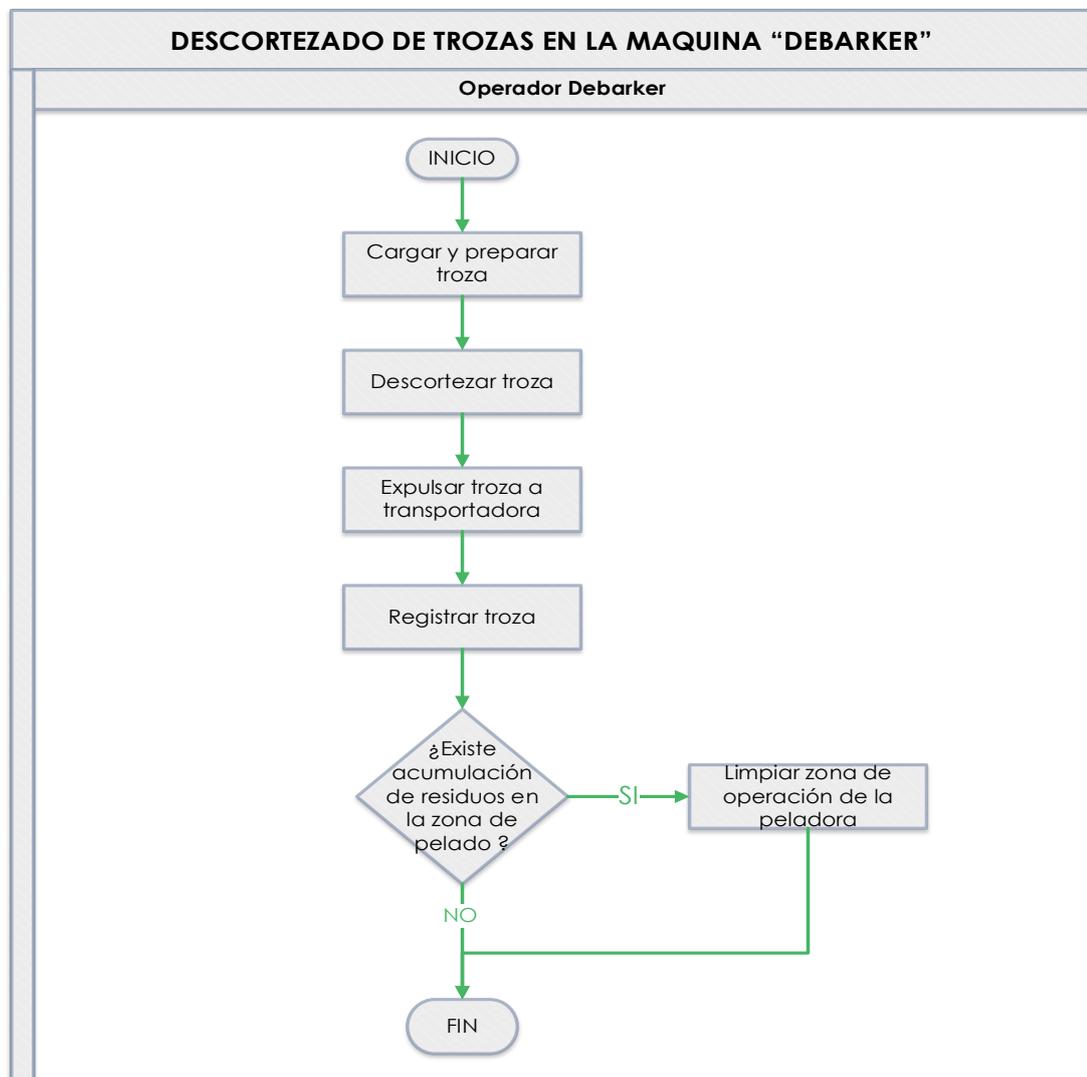


Figura 40. Flujograma del descortezado de trozas en la máquina Debarker

	ARBORIENTE S.A	
	MANUAL DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS	
Código: M-ARB-DTD	Versión: 0.0	Página: 5 de 5

H. Indicadores del proceso

Tabla 129. Ficha técnica del indicador de trozas descortezadas por hora

	FICHA INDICADOR DE PROCESO	
	Proceso:	Descortezado de trozas
	Subproceso:	Descortezado de trozas en la Peladora
Nombre del indicador:	Trozas descortezadas por hora	
Objetivo:	Medir la cantidad de trozas descortezadas por hora de trabajo por equipo.	
Tipo de indicador:	Eficiencia	
Formula:	$\frac{\text{Trozas descortezadas}}{\text{Horas de trabajo del equipo}}$	
Unidades:	Trozas/hora	
Frecuencia:	Diaria	
Meta:	El número de trozas descortezadas debe ser mayor a 15 trozas/hora	

Tabla 130. Ficha técnica del indicador del rendimiento de producción de descortezado

	FICHA INDICADOR DE PROCESO	
	Proceso:	Descortezado de trozas
	Subproceso:	Descortezado de trozas en la Peladora
Nombre del indicador:	Rendimiento de producción	
Objetivo:	Calcular la relación entre la producción real de descortezado y la producción teórica.	
Tipo de indicador:	Eficiencia	
Formula:	$\frac{\text{Unidades descortezadas}}{\text{Capacidad teorica}} \times 100$	
Unidades:	Porcentaje	
Frecuencia:	Diaria	
Meta:	El porcentaje de la relación de la producción debe ser mayor a 80 %.	



arboriente s.a.
maderas triplex

ARBORIENTE S.A

**MANUAL DE PROCESOS Y
PROCEDIMIENTOS**

PROCEDIMIENTOS DEL PROCESO DE DESENROLLADO DE TROZAS



Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Johan Flores	Ing. Ing. Christian Ortiz, Mg.	Ing. David Gutiérrez, Mg.

DESEENROLLADO DE TROZAS EN EL TORNO CREMONA



Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Johan Flores	Ing. Ing. Christian Ortiz, Mg.	Ing. David Gutiérrez, Mg.

 arboriente s.a. maderas triplex	ARBORIENTE S.A	
	MANUAL DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS	
Código: M-ARB-DTC	Versión: 0.0	Página: 1 de 11

INDICE DE CONTENIDOS

A. Objetivo.....	231
B. Alcance.....	231
C. Glosario de términos	231
D. Responsables	232
E. Ficha técnica.....	233
F. Descripción del procedimiento	233
G. Diagrama de flujo.....	237
H. Indicadores del proceso.....	238

	ARBORIENTE S.A	
	MANUAL DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS	
Código: M-ARB-DTC	Versión: 0.0	Página: 2 de 11

A. Objetivo

Proporcionar una guía detallada que describa las actividades ejecutadas por cada trabajador en el proceso de desenrollado de trozas mediante la máquina “Torno Cremona” para obtener chapa de madera continua o suelta, específicamente destinadas a las caras o intermedios del tablero contrachapado.

B. Alcance

Este procedimiento se aplica de manera exclusiva al desenrollado de trozas efectuado en la máquina "Torno Cremona", la cual forma parte del proceso general de desenrollado. El ciclo se inicia con la introducción de la troza previamente descortezada y concluye con la recolección de la chapa obtenida ya sea continua o suelta, abarcando todas las actividades intermedias necesarias.

C. Glosario de términos

Puente grúa interna: Esta grúa es utilizada para elevar y transportar las trozas desde su almacenamiento en el soporte hasta los platos de agarre en el torno.

Embobinadora de velocidad variable: Se trata de una máquina industrial móvil diseñada para enrollar de manera eficiente la chapa continúa procesada en bobinas.

Paleta móvil: Se trata de una plataforma para recolectar la chapa de madera suelta, se dispone de varias paletas móviles que se transportan manualmente. Estas paletas están equipadas con un manubrio de metal que se utiliza exclusivamente cuando se necesita transportar el coche.

Patrón circular: Se les conoce comúnmente como platos de centro, y son herramientas metálicas empleadas para localizar el punto central en ambos extremos de la troza.

	ARBORIENTE S.A	
	MANUAL DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS	
Código: M-ARB-DTC	Versión: 0.0	Página: 3 de 11

Torno Cremona: Es una máquina industrial utilizada para cortar láminas finas de madera, conocidas como chapas, a partir de las trozas de madera. Esta máquina consta de un eje vertical que gira a alta velocidad; sobre este eje se monta una cuchilla que se acerca a la troza de madera hasta que corta una capa fina de madera.

Chapa de madera: Se define técnicamente como una lámina delgada y plana obtenida mediante el proceso de desenrollado.

D. Responsables

Operador Torno Cremona: Se designa como el encargado de operar la máquina, realizando actividades cruciales para la obtención de chapa de madera continua y suelta. Sus funciones incluyen el registro del sobrante de la troza, el acoplamiento de la troza al torno, la limpieza de la hoja de la cuchilla y la eliminación de malformaciones de la troza que ingresan al torno.

Ayudante 1: En lo que respecta al primer Ayudante, su rol abarca la tarea de embobinado de la chapa continua y apilar la chapa suelta. Además, se encarga de trasladar manualmente la embobinadora y la paleta móvil, así como de participar en el enganche de la troza con la asistencia del puente grúa. Colabora con el segundo ayudante en la marcación del centro de la troza, sin embargo, su función única es la medición del diámetro de la troza y el registro correspondiente de la troza que ingresa.

Ayudante 2: El segundo Ayudante, por su parte, comparte responsabilidades similares al primer Ayudante, incluyendo el embobinado de la chapa continua y apilar la chapa suelta. Se encarga también del traslado manual de la embobinadora y la paleta móvil, así como del enganche de la troza con la asistencia del puente grúa. Colabora con el primer ayudante en la marcación del centro de la troza, sin embargo, la única diferencia radica en que, adicionalmente, se encarga de acoplar la troza al torno en colaboración con el Operador.

	ARBORIENTE S.A	
	MANUAL DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS	
Código: M-ARB-DTC	Versión: 0.0	Página: 4 de 11

E. Ficha técnica

Tabla 131. Ficha técnica del desenrollado de trozas en el Torno Cremona

	FICHA TECNICA DE PROCESO	
	Proceso:	Desenrollado de trozas
Subproceso:	Desenrollado de trozas en el Torno Cremona	
Objetivo:	Obtener chapa de madera para caras o intermedios del tablero contrachapado mediante la máquina "Torno Cremona".	
Alcance:	El siguiente procedimiento es aplicable únicamente para el desenrollado de trozas en la máquina "Torno Cremona". Incluye el ingreso de la troza descortezada y concluye con la recolección de la chapa obtenida ya sea continua o suelta, abarcando todas las actividades intermedias necesarias.	
Responsable		Proveedor
<ul style="list-style-type: none"> - Operador Torno Cremona - Ayudante 1 - Ayudante 2 		<ul style="list-style-type: none"> - Descortezado de trozas en la Peladora
Entrada		Salida
<ul style="list-style-type: none"> - Trozas descortezadas de mayor dimensión 		<ul style="list-style-type: none"> - Chapa continua o suelta
Documentos		Recursos
<ul style="list-style-type: none"> - Registro de ingreso de trozas y aprovechamiento de materia prima 		<ul style="list-style-type: none"> - Humano - Maquinaria - Materiales

F. Descripción del procedimiento

Tabla 132. Procedimiento del desenrollado de trozas en el Torno Cremona

N°	Actividad	Descripción	Observación	Responsable
1	Enganchar troza y elevarla con grúa interna	Se utiliza la botonera de control para maniobrar el puente grúa interior y acercarlo a la posición actual de la troza. Se engancha la troza por ambos extremos para elevarla, permitiendo así su medición y registro correspondiente		<ul style="list-style-type: none"> - Ayudante 1 - Ayudante 2
2	Marcar centro de troza con patrón circular	Se procede a marcar el centro de la troza en cada lado con ayuda de un patrón circular que servirán como puntos de referencia para la colocación y acople de la troza en el torno	Es importante que los patrones circulares estén ubicados cercanamente para su uso eficiente, minimizando el tiempo.	<ul style="list-style-type: none"> - Ayudante 1 - Ayudante 2

	ARBORIENTE S.A	
	MANUAL DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS	
Código: M-ARB-DTC	Versión: 0.0	Página: 5 de 11

N°	Actividad	Descripción	Observación	Responsable
3	Medir diámetro con flexómetro	Realizar la obtención de la magnitud del diámetro de la troza con la ayuda del flexómetro, con la finalidad de contar con un registro de la cantidad de material que ingresa.		- Ayudante 1
4	Registrar la información de troza ingresada	Registrar el número de la placa de identificación, la especie de la madera y el diámetro que ingresa.	Aprovechar el tiempo durante el acoplamiento de la troza realizando simultáneamente la medición y el registro de la próxima troza que ingresará en el próximo ciclo.	- Ayudante 1
5	Acoplar troza en el torno	Manipular el puente grúa para acoplar el centro de la troza entre los husillos del torno y coincidir con el centro marcado de los extremos de la troza con los centros de los platos de agarre.		- Ayudante 2 - Operador Torno Cremona
6	Redondear troza	Se ajusta la velocidad del torno y el avance de corte según el tipo de madera y las dimensiones de la troza. A medida que gira la troza, la herramienta de corte avanza lentamente hacia el centro de esta, retirando la corteza de manera uniforme	Se procede a verificar la distancia entre los punzones para dimensionar el corte de la chapa en los extremos y calibrar el espesor requerido para intermedios.	- Operador Torno Cremona
7	Ubicar paleta móvil	Se ubica la paleta móvil que se encuentre vacía desde su almacenamiento hasta la zona del torno.	La paleta móvil se encuentra en el área de cizalla, por lo que se procede a trasladarla al torno.	- Ayudante 1 - Ayudante 2
8	Apilar chapa suelta	Se utiliza el punzón ubicado en el centro del torno. Esto permite obtener chapa suelta en dos secciones separadas, facilitando una distinción más clara entre el material aprovechable y los residuos.	Este material se acumula hasta que la troza se aproxime a ser un cilindro	- Operador Torno Cremona - Ayudante 1 - Ayudante 2

	ARBORIENTE S.A	
	MANUAL DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS	
Código: M-ARB-DTC	Versión: 0.0	Página: 6 de 11

N°	Actividad	Descripción	Observación	Responsable
9	Trasladar paleta móvil a cizalla	Utilizar el manubrio de metal para desplazar la paleta móvil al área de cizalla.	Se debe apartar la paleta móvil hasta que la chapa suelta se acumule, para luego proceder a desplazarla al área de cizalla.	- Ayudante 1 - Ayudante 2
10	Retirar malformaciones en la madera	Utilizar las herramientas eléctricas de desbaste rápido si existen malformaciones en la madera.		- Operador Torno Cremona
11	Transportar embobinadora al torno y prepararla	La embobinadora que se encuentra en la cizalla se traslada al torno, manualmente se sujeta el extremo de la chapa continua del torno y se conecta a la bobina vacía en la embobinadora.		- Ayudante 1 - Ayudante 2
12	Desenrollar y embobinar chapa continua	Girar el volante de control de velocidad para proceder a enrollar la chapa continua, hasta que la troza se termine o se considere que se ha bobinado la cantidad suficiente.	Calibrar y verificar el espesor requerido para caras.	- Operador Torno Cremona - Ayudante 1 - Ayudante 2
13	Trasladar embobinadora a cizalla	Iniciar el sistema de desplazamiento y guiar la embobinadora hacia la cizalla de forma gradual y controlada. Colocar la embobinadora con precisión respecto a la cizalla para facilitar la transición del material.	Realizar el traslado, mientras que los de la cizalla se ocupan de la descarga y preparación para su uso subsiguiente.	- Ayudante 1 - Ayudante 2
14	Desacoplar curro sobrante	Activar los pulsadores para el retorno de los husillos izquierdo y derecho. Luego, se inicia el desplazamiento de la bancada mediante la manipulación de un vástago manual, que activa un interruptor de final de carrera para el retorno automático.		- Operador Torno Cremona

	ARBORIENTE S.A	
	MANUAL DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS	
Código: M-ARB-DTC	Versión: 0.0	Página: 7 de 11

N°	Actividad	Descripción	Observación	Responsable
15	Registrar el sobrante de la troza	Se mide el diámetro del sobrante de la troza, que sale del torno, utilizando un flexómetro mientras se encuentra en la transportadora del sobrante.	Revisar el sobrante del material para evaluar si aún es viable utilizarlo como materia prima, determinando si debe trasladarse al torno Bencke o al área designada para los sobrantes.	- Operador Torno Cremona
16	Limpiar hoja de cuchilla del torno	Encender el sistema neumático para limpiar hoja de cuchilla del torno de extremo a extremo.	Llevar a cabo esta tarea después del procesamiento de cada troza o cuando se acumulen residuos en la cuchilla.	- Operador Torno Cremona

G. Diagrama de flujo

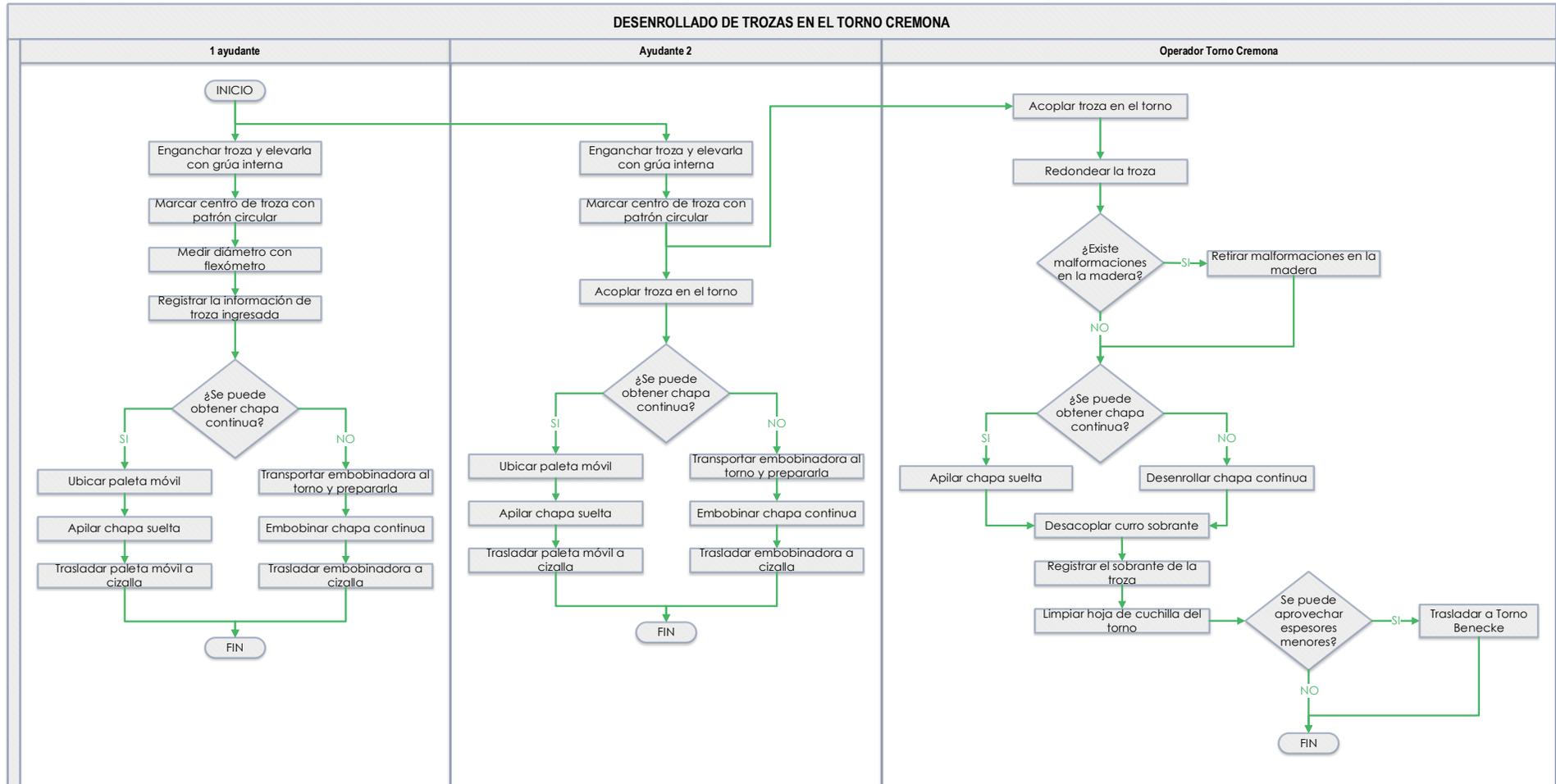


Figura 41. Flujograma del desenrollado de trozas en el Torno Cremona

	ARBORIENTE S.A	
	MANUAL DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS	
Código: M-ARB-DTC	Versión: 0.0	Página: 9 de 11

H. Indicadores del proceso

Tabla 133. Ficha técnica del indicador de trozas desenrolladas por hora

	FICHA INDICADOR DE PROCESO	
	Proceso:	Desenrollado de trozas
	Subproceso:	Desenrollado en el Torno Cremona
Nombre del indicador:	Trozas desenrolladas por hora	
Objetivo:	Medir la cantidad de trozas desenrolladas por hora de trabajo por equipo.	
Tipo de indicador:	Eficiencia	
Formula:	$\frac{\text{Trozas desenrolladas}}{\text{Horas de trabajo del equipo}}$	
Unidades:	Trozas/hora	
Frecuencia:	Diaria	
Meta:	El número de trozas desenrolladas debe ser mayor a 7 trozas/hora	

Tabla 134. Ficha técnica del indicador de aprovechamiento de materia prima

	FICHA INDICADOR DE PROCESO	
	Proceso:	Desenrollado de trozas
	Subproceso:	Desenrollado en el Torno Cremona
Nombre del indicador:	Aprovechamiento de materia prima	
Objetivo:	Evaluar el porcentaje de material aprovechado en relación con el diámetro de la troza al ingresar al torno y el sobrante que sale.	
Tipo de indicador:	Eficiencia	
Formula:	$\frac{\text{Diámetro inicial} - \text{Sobrante del torno}}{\text{Diámetro inicial}} \times 100$	
Unidades:	Porcentaje	
Frecuencia:	Diaria	
Meta:	El porcentaje de aprovechamiento debe ser superior al 85% para garantizar un proceso eficiente y sostenible.	

	ARBORIENTE S.A	
	MANUAL DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS	
Código: M-ARB-DTC	Versión: 0.0	Página: 10 de 11

Tabla 135. Ficha técnica del indicador de índice de utilización de capacidad.

	FICHA INDICADOR DE PROCESO	
	Proceso:	Desenrollado de trozas
	Subproceso:	Desenrollado en el Torno Cremona
Nombre del indicador:	Índice de utilización de la capacidad	
Objetivo:	Evaluar la eficiencia en la utilización de la capacidad del proceso de desenrollado.	
Tipo de indicador:	Eficiencia	
Formula:	$\frac{\textit{Unidades producidas}}{\textit{Capacidad teorica}} \times 100$	
Unidades:	Porcentaje	
Frecuencia:	Diaria	
Meta:	Mantener un índice de utilización superior al 90% para asegurar una eficiente utilización de los recursos y maximizar la producción.	

Tabla 136. Ficha técnica del indicador de índice de conformidad de trozas

	FICHA INDICADOR DE PROCESO	
	Proceso:	Desenrollado de trozas
	Subproceso:	Desenrollado en el Torno Cremona
Nombre del indicador:	Índice de conformidad de trozas.	
Objetivo:	Evaluar la selección de trozas de buena calidad que cumplen con los estándares para obtener una chapa de madera favorable.	
Tipo de indicador:	Calidad	
Formula:	$\frac{\textit{Numero de trozas de buena calidad}}{\textit{Total de trozas procesadas}} \times 100$	
Unidades:	Porcentaje	
Frecuencia:	Diaria	
Meta:	Garantizar que más del 90% de las trozas procesadas sean conformes a los criterios de calidad establecidos.	

	ARBORIENTE S.A	
	MANUAL DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS	
Código: M-ARB-DTC	Versión: 0.0	Página: 11 de 11

Tabla 137. Ficha técnica del indicador de índice de retiro de malformaciones en la troza

	FICHA INDICADOR DE PROCESO	
	Proceso:	Desenrollado de trozas
	Subproceso:	Desenrollado en el Torno Cremona
Nombre del indicador:	Índice de retiro de malformaciones en la troza.	
Objetivo:	Medir la frecuencia con la que se retiran malformaciones de las trozas durante el proceso de desenrollado.	
Tipo de indicador:	Eficiencia	
Formula:	$\frac{\text{Numero de trozas con malformaciones}}{\text{Total de trozas procesadas}} \times 100$	
Unidades:	Porcentaje	
Frecuencia:	Diaria	
Meta:	Mantener este índice por debajo del 5%.	

DESEENROLLADO DE TROZAS EN EL TORNO BENECKE



Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Johan Flores	Ing. Ing. Christian Ortiz, Mg.	Ing. David Gutiérrez, Mg.

 arboriente s.a. maderas triplex	ARBORIENTE S.A	
	MANUAL DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS	
Código: M-ARB-DTB	Versión: 0.0	Página: 1 de 6

INDICE DE CONTENIDOS

A. Objetivo.....	243
B. Alcance.....	243
C. Glosario de términos	243
D. Responsables	243
E. Ficha técnica.....	244
F. Descripción del procedimiento	244
G. Diagrama de flujo.....	246
H. Indicadores del proceso.....	247

	ARBORIENTE S.A	
	MANUAL DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS	
Código: M-ARB-DTB	Versión: 0.0	Página: 2 de 6

A. Objetivo

Proporcionar una guía detallada de las actividades que se realiza en la máquina Torno Benecke para el desenrollado de trozas, para obtener chapa de madera continua, específicamente destinadas a las caras del tablero contrachapado.

B. Alcance

Este proceso abarca desde la medición inicial y registro de la troza hasta el desenrollado en la máquina Torno Benecke, incluyendo las operaciones de carga, desacoplamiento, medición del sobrante y la limpieza de la hoja de cuchilla.

C. Glosario de términos

Troza: Tronco de madera que se someterá al proceso de pelado.

Torno Benecke: Es una máquina industrial utilizada para cortar láminas finas de madera, conocidas como chapas, a partir de las trozas de madera que tengan menor dimensión.

Chapa de madera: Se define técnicamente como una lámina delgada y plana obtenida mediante el proceso de desenrollado.

D. Responsables

Operador Torno Benecke: Se describe como el operario responsable de operar el Torno Benecke. Entre sus funciones se encuentran la carga de la troza, el control preciso del desenrollado, la ejecución del desacoplamiento, la medición del sobrante y la limpieza de la hoja de cuchilla.

	ARBORIENTE S.A	
	MANUAL DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS	
Código: M-ARB-DTB	Versión: 0.0	Página: 3 de 6

E. Ficha técnica

Tabla 138. Ficha técnica del desenrollado de trozas en el Torno Benecke

	FICHA TECNICA DE PROCESO	
	Proceso:	Desenrollado de trozas
	Subproceso:	Desenrollado de trozas en el Torno Benecke
Objetivo:	Obtener chapa de madera para caras del tablero contrachapado mediante el "Torno Benecke".	
Alcance:	Este proceso abarca desde la medición inicial y registro de la troza hasta el desenrollado en la máquina Torno Benecke, incluyendo las operaciones de carga, desacoplamiento, medición del sobrante y la limpieza de la hoja de cuchilla.	
Responsable		Proveedor
- Operador Torno Benecke		- Descortezado de trozas en la Debarker
Entrada		Salida
- Trozas descortezadas de menor dimensión		- Chapa continua
Documentos		Recursos
- Registro de ingreso de trozas y aprovechamiento de materia prima		- Humano - Maquinaria - Materiales

F. Descripción del procedimiento

Tabla 139. Procedimiento del desenrollado de trozas en el Torno Benecke

N°	Actividad	Descripción	Observación	Responsable
1	Medir y registrar troza	Realizar la obtención de la magnitud del diámetro de la troza. Registrar el número de la placa de identificación, la especie de la madera y el diámetro que ingresa.		- Operador Torno Cremona
2	Cargar troza al torno	Utilizar el alimentador para elevar y transportar la troza de manera eficiente. Alinear cuidadosamente la troza y cargarla manualmente en el Torno Benecke, asegurando una posición precisa para el proceso de desenrollado.	Verificar visualmente la calidad de cada troza antes de cargar a la máquina para asegurar un proceso sin contratiempos.	- Operador Torno Cremona

	ARBORIENTE S.A	
	MANUAL DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS	
Código: M-ARB-DTB	Versión: 0.0	Página: 4 de 6

N°	Actividad	Descripción	Observación	Responsable
3	Desenrollar	Pulsar el botón de control de velocidad para proceder a enrollar la chapa continua, hasta que la troza se termine o se considere que se ha bobinado la cantidad suficiente.	Calibrar y verificar el espesor requerido para caras.	- Operador Torno Cremona
4	Desacoplar y medir sobrante	Realizar el desacoplamiento del curro sobrante en el Torno Benecke tras el proceso de desenrollado. Colocar el curro sobrante a un lado para permitir una medición precisa del diámetro utilizando un flexómetro. Este paso es esencial para obtener información detallada sobre las dimensiones del material sobrante.		- Operador Torno Cremona
5	Retirar sobrante del torno	Realizar la carga manual del curro sobrante asegurándose de que el otro extremo de la troza esté posicionado en el suelo, facilitando así la manipulación y descarga eficiente en el suelo. Este enfoque contribuye a minimizar el esfuerzo requerido durante la operación y garantiza un manejo seguro del material.		- Operador Torno Cremona
6	Limpiar hoja de cuchilla del torno	Detener la máquina activando el botón de emergencia y dirigirse hacia la cuchilla. Utilizando la herramienta especializada para la limpieza, eliminar de manera efectiva los residuos de extremo a extremo.	Llevar a cabo esta tarea después del procesamiento de cada troza o cuando se acumulen residuos en la cuchilla.	- Operador Torno Cremona

G. Diagrama de flujo

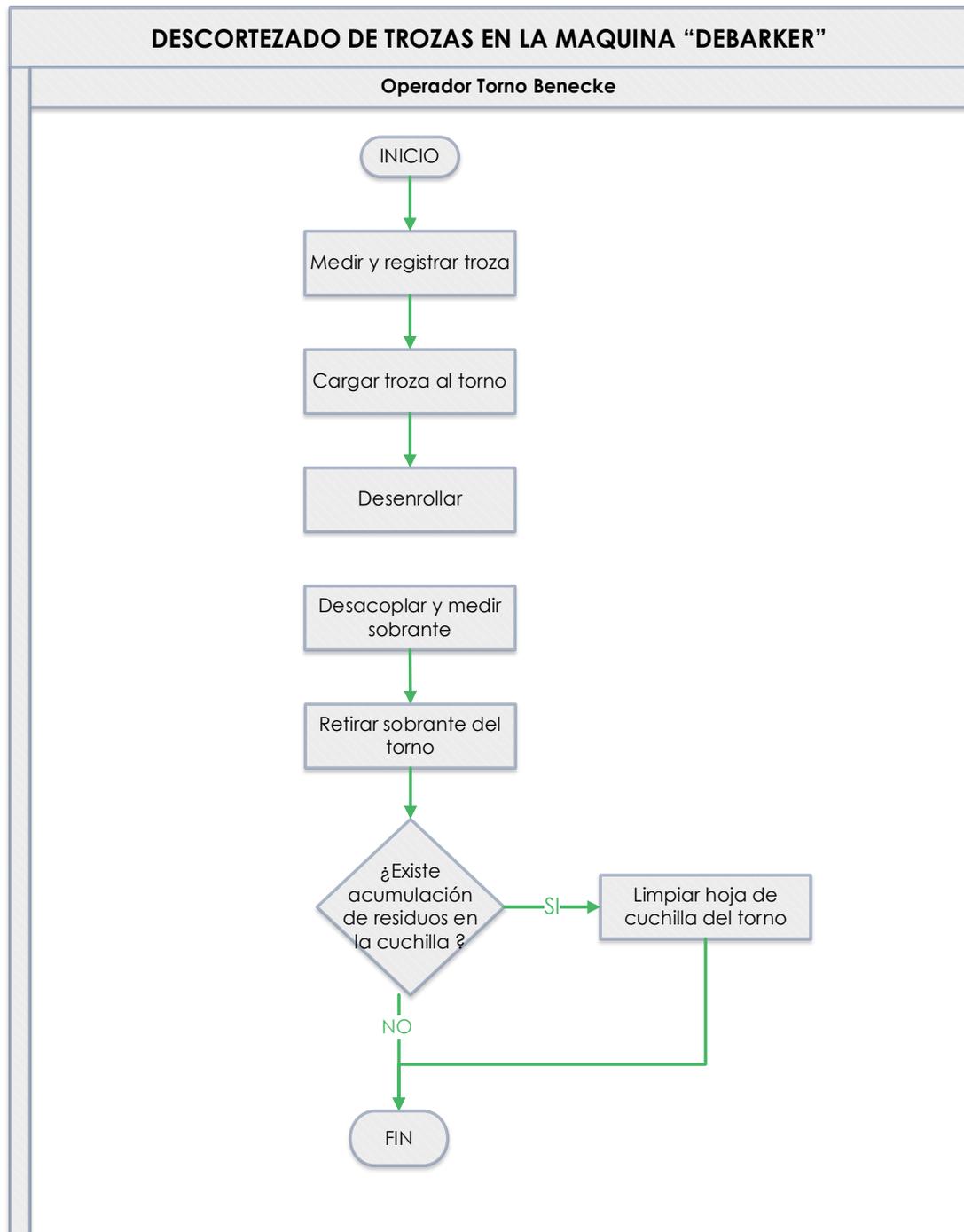


Figura 42. Flujograma del desenrollado de trozas en el Torno Benecke

	ARBORIENTE S.A	
	MANUAL DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS	
Código: M-ARB-DTB	Versión: 0.0	Página: 6 de 6

H. Indicadores del proceso

Tabla 140. Ficha técnica del indicador del aprovechamiento de materia prima

	FICHA INDICADOR DE PROCESO	
	Proceso:	Desenrollado de trozas
	Subproceso:	Desenrollado en el Torno Benecke
Nombre del indicador:	Aprovechamiento de materia prima	
Objetivo:	Evaluar el porcentaje de material aprovechado en relación con el diámetro de la troza al ingresar al torno y el sobrante que sale.	
Tipo de indicador:	Eficiencia	
Formula:	$\frac{\text{Diámetro inicial} - \text{Sobrante del torno}}{\text{Diámetro inicial}} \times 100$	
Unidades:	Porcentaje	
Frecuencia:	Diaria	
Meta:	El porcentaje de aprovechamiento debe ser superior al 85% para garantizar un proceso eficiente y sostenible.	

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Mediante el diagnóstico inicial realizado en el área de desenrollado y la entrevista no estructurada con los supervisores de dicha área, se logró identificar de manera efectiva las causas subyacentes de los problemas que resultan en un rendimiento deficiente en las operaciones. Para ello, se emplearon fichas de levantamiento de procesos, cursogramas analíticos y diagramas de recorrido, lo que permitió identificar con precisión el método de trabajo utilizado para llevar a cabo cada una de las actividades que conforman el área de desenrollado.
- Mediante el estudio de tiempos y movimientos, se logró determinar con precisión el tiempo de ciclo en los subprocesos del área de desenrollado. Este análisis se basó en el número de observaciones requeridas, el cálculo del factor de desempeño, la consideración de suplementos y el análisis de los respectivos diagramas de actividades múltiples. En virtud de estos análisis detallados, se concluye que el descortezado de trozas realizado en la Peladora y el proceso de desenrollado de trozas se destacan como los subprocesos con los tiempos de ciclo más prolongados, con valores de 5,72 minutos por troza y 9,52 minutos por troza, respectivamente.
- El análisis de las distancias recorridas entre las zonas de trabajo del proceso de almacenamiento y selección de trozas en la distribución actual muestra que se deben recorrer 58428,67 metros mediante el uso de grúas forestales o tractores para abastecer el proceso de descortezado y realizar la recolección de desechos. Estos extensos desplazamientos implican un incremento sustancial del tiempo dedicado al transporte de materiales entre ubicaciones, totalizando 1678,51 minutos, equivalentes a aproximadamente 23,47 horas improductivas que no agregan valor al proceso.
- El rediseño de la distribución de las zonas de trabajo en el proceso de almacenamiento y selección de trozas resultó en mejoras sustanciales en

términos de eficiencia. Al redistribuir las zonas de trabajo, se logró una reducción de 15114,67 metros en la distancia total recorrida, alcanzando 43314 metros en los nuevos recorridos, lo que representa un ahorro del 25,87% en distancias improductivas. A su vez, el tiempo invertido solo en transporte entre ubicaciones disminuyó en 457,65 minutos, llegando a un total de 1220,85 minutos con la propuesta implementada, equivalente a un incremento del 27,27% en la productividad de la mano de obra.

- La implementación de propuestas de mejora enfocadas en incrementar la eficiencia de los procesos de descortezado y desenrollado de trozas, resultó en aumentos significativos de la capacidad productiva. Específicamente, en el descortezado con la máquina Peladora se logró un incremento de 119,26 trozas diarias, equivalente a un 19,74% adicional. Asimismo, en el desenrollado con el Torno Cremona, se obtuvo una mejora del 17,84%, correspondiente a 111,39 trozas extras por jornada. Este evidente aumento en la producción se ha logrado gracias a la eliminación de actividades improductivas y la reducción de tiempos de ocio, que se identificaron como los principales factores que afectaban la productividad del proceso.
- El manual de procedimientos se ha desarrollado mediante la aplicación de los cursogramas analíticos propuestos, enfocándose en la eliminación o mejora de actividades que no aportan valor. Este documento tiene como objetivo principal estandarizar los procesos de trabajo en el área de desenrollado. Se ha detallado de manera sistemática cada actividad en los subprocesos, buscando optimizar el método de trabajo. Este manual no solo actúa como una herramienta para reducir la variabilidad en el ritmo de trabajo, sino que también se presenta como un soporte clave para minimizar errores derivados del desconocimiento del personal.

4.2 Recomendaciones

- Se recomienda analizar los resultados de la situación actual con los resultados de las mejoras propuestas, y considerar la readecuación de zonas de trabajo

para el abastecimiento de materiales y la gestión de residuos. Esto permitirán reducir las distancias recorridas que son efectuados como parte del proceso.

- Para incrementar la eficiencia y productividad del área de desenrollado, se recomienda implementar un plan de capacitación al personal, enfocado en el nuevo manual de procesos y procedimientos. El objetivo es familiarizar a los operarios con los procedimientos optimizados y estandarizados para cada proceso, asegurando su correcta ejecución y reduciendo posibles errores.
- Se recomienda la revisión y actualización de los instructivos de trabajo en el área de desenrollado con el objetivo de lograr que los operadores realicen las operaciones de manera más estandarizada y dentro de los tiempos establecidos.
- Se sugiere fomentar la colaboración entre los grupos, de manera que aquellos con una menor carga de trabajo puedan brindar apoyo a aquellos que enfrentan una mayor acumulación de material. Esta estrategia no solo garantizará una utilización más eficiente del tiempo disponible, sino que también fortalecerá la cohesión del equipo y promoverá un ambiente de trabajo colaborativo
- Realizar un análisis ABC de inventario de las trozas en el patio de almacenamiento con el objetivo de minimizar los recorridos necesarios para acceder a los productos clave, optimizando así la eficiencia operativa y reduciendo costos asociados a largos desplazamientos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] V. Rizos *et al.*, “Implementation of circular economy business models by small and medium-sized enterprises (SMEs): Barriers and enablers,” *Sustain.*, vol. 8, no. 11, 2016.
- [2] J. F. Ramírez Pérez, V. G. López Torres, S. A. Hernández Castillo, and M. V. Maylevis, “Lean Six Sigma e Industria 4.0, una revisión desde la administración de operaciones para la mejora continua de las organizaciones,” *UNESUM - Ciencias. Rev. Científica Multidiscip.*, vol. 5, no. 4, pp. 151–168, 2021.
- [3] M. K. I. F. Herrera, M. T. E. Portillo, R. R. López, and J. A. H. Gómez, “Lean manufacturing tools that influence an organization’s productivity: Conceptual model proposed,” *Rev. Lasallista Investig.*, vol. 16, no. 1, pp. 115–133, 2019.
- [4] P. Calderon and I. Greta, “Aplicación de las herramientas del lean manufacturing en una empresa plástica peruana.” Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Lima, 2020.
- [5] J. I. Yumbulema, “Estudio de tiempos y movimientos para la mejora de la productividad en el proceso de producción de suelas para calzado en la empresa Preplast,” Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2023.
- [6] G. Adolfo, M. Hoyos, G. Pamela, M. Montalvo, M. Humberto, and V. Coronado, “Mejora de la productividad mediante un sistema de gestión basado en Lean Six Sigma en el proceso productivo de pallets en la empresa maderera nuevo peru,” *Rev. Científica Ing. Ciencia, Tecnol. e Innovación*, vol. 5, no. 1, pp. 61–70, 2018.
- [7] D. C. Méndez, “Modelo de gestión de responsabilidad social empresarial para el sector maderero ecuatoriano.” Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador, 2017.
- [8] B. F. Chimborazo, “Mejoramiento del proceso productivo para la fabricación de resistencias eléctricas industriales en la empresa Tesla Electricidad y Electrónica,” Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2023.

- [9] A. J. Heredia, “Mejora de los procesos de producción mediante el estudio de tiempos y movimientos en la empresa de productos lácteos Rengifo Gallo ‘Poltreg,’” Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2023.
- [10] S. R. Rodríguez, “Mejora de la productividad en la línea de producción de telana de la empresa textil ‘M&B’ aplicando tiempos y movimientos,” Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2023.
- [11] N. L. Tejada Díaz, V. Gisbert Soler, and A. I. Pérez Molina, “Metodología de estudio de tiempo y movimiento; Introducción al GSD,” *3C Empres. Investig. y Pensam. crítico*, vol. 6, no. 5, pp. 39–49, 2017.
- [12] C. Cuevas Arteaga, Y. Á. González Montenegro, M. del C. Torres Salazar, and M. G. Valladares Cisneros, “Importancia de un estudio de tiempos y movimientos,” *Dialnet*, vol. 16, no. 39, 2020.
- [13] K. Assan Barrios, V. Castro García, D. Fontalvo Altamiranda, E. García Ríos, and A. Ramírez Giraldo, Stefania Huyke aboada, “Aplicación del Estudio de Métodos y Tiempos: Caso Empresarial. Muebles & Colores La 30,” *Boletín Innovación, Logística Y Operaciones*, vol. 5, no. 1, pp. 65–86, 2023.
- [14] N. D. Arroyo Catamayo and S. J. Villavicencio Villadeza, “Propuesta de mejora para la optimización del proceso de fabricación de tableros de melanina en la empresa Interforest S.A.C.,” Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Lima, 2018.
- [15] M. I. Caraguay, J. P. Mora, W. E. Romero, and N. V. Mora, “Aplicación Lean Manufacturing en empresas Paletteras de la Provincia de ‘El Oro,’” *593 Digit. Publ. CEIT*, vol. 7, no. 4–1, pp. 553–566, 2022.
- [16] L. M. Cuadros and B. Quintero Vasquez, “Propuesta de mejora del sistema de producción de láminas de madera de 4mm en una empresa del sector maderero utilizando herramientas de Lean Manufacturing,” Universidad del Valle, Colombia, 2018.
- [17] A. Silva, J. C. Sá, G. Santos, F. J. G. Silva, L. P. Ferreira, and M. T. Pereira,

- “Implementation of SMED in a cutting line,” *Procedia Manuf.*, vol. 51, pp. 1355–1362, Jan. 2020.
- [18] A. Añorga González, A. Becerra Iparraguirre, S. González Velásquez, D. Patiño Botton, M. Vereau Grados, and R. Castillo Cabrera, “Diseño de un sistema ABC, Estudio de tiempos y Movimientos con sistema de incentivos, Celdas de manufactura, Manual de procedimientos y Kardex para la reducción de costos en una empresa de derivados lácteos,” *Rev. Ing. Ciencia, Tecnol. e Innovación*, vol. 8, no. 1, pp. 2313–1926, 2021.
- [19] R. D. Gómez Coello, “Mejora de la productividad en la producción de calzado en la empresa “Facalsa” de la ciudad de Ambato, mediante la estandarización de tiempos,” *Cienc. Lat. Rev. Científica Multidiscip.*, vol. 5, no. 5, pp. 7798–7807, 2021.
- [20] J. I. Ruíz Ibarra, A. Ramírez Leyva, K. Luna Soto, J. A. Estrada Beltrán, and O. J. Soto Rivera, “Optimización de tiempos de proceso en desestibadora y en llenadora,” *Ra Ximhai*, vol. 13, no. 3, pp. 291–298, 2017.
- [21] M. A. Esparza, “Estudio de tiempos y movimientos para el mejoramiento del proceso productivo en la empresa de lácteos ‘El Enjambre,’” Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2023.
- [22] A. Ovalle and D. Cárdenas, “¿Qué ha pasado con la aplicación del estudio de tiempos y movimientos en las últimas dos décadas?: Revisión de la literatura,” *Ing. Investig. y Desarro.*, vol. 16, no. 2, pp. 12–31, 2016.
- [23] A. F. Muzo, “Estudio de tiempos y movimientos para el mejoramiento del proceso productivo de la empresa textil CM Original,” Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2022.
- [24] “ESTUDIO DE MÉTODOS | Ingeniería de Metodos.” <https://ingenieriametodos.blogspot.com/2008/04/estudio-de-mtodos.html> (accessed May 23, 2023).
- [25] G. Baca Urbina, *Introducción a la ingeniería industrial*. México D.F: Grupo

Editorial Patria, 2015.

- [26] E. Remache, ““Estudio de tiempos y movimientos para el mejoramiento de los procesos productivos en el área de post cosecha de la empresa florícola FLORES LA UNIÓN,” Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2022.
- [27] C. D. Velastegui Llanos, “Mejoramiento de los procesos productivos mediante un estudio de tiempos y movimientos en el área de metal mecánica de la empresa Ecuatran S.A.,” Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2023.
- [28] R. J. Mena Urresta and E. M. Solórzano Murillo, “Universidad Técnica De Cotopaxi Facultad De Ciencias De La Ingeniería Y Aplicadas,” Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, 2022.
- [29] B. Niebel and F. Andris, *Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo*. México, D. F.: McGraw-Hil, 2004.
- [30] F. J. Lozada, “Estudio de tiempos y movimientos para mejoramiento de los procesos productivos de la empresa CALZADO LIWI,” Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2018.
- [31] F. J. Novoa Vargas, “Estudio De Métodos Y Tiempos En La Línea De Producción De Medias Deportivas De La Empresa Baytex Inc Cia. Ltda Para El Mejoramiento De La Productividad,” *FICA*, vol. 1, no. 1, p. 10, 2016.
- [32] R. R. Moreno Pallares, S. R. Moreno Álvarez, and M. G. Moreno Pallares, “Mejoramiento de la productividad, a través de un estudio de tiempos del trabajo.,” *Rev. mktDescubre - ESPOCH FADE*, no. 9, pp. 114–124, 2017.
- [33] “Suplementos del Estudio de tiempos» Medición del trabajo.” <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/suplementos-del-estudio-de-tiempos/> (accessed May 23, 2023).
- [34] L. de los Á. Pico Silva, “Estudio de tiempos y movimientos para la mejora del proceso de lavado en la producción de jeans de la empresa Anderson jean’s,” Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2022.

[35] “ARBORIENTE S.A. – Madera Triplex.” <https://www.arboriente.com/>
(accessed Sep. 26, 2023).

ANEXOS

Anexo A. Entrevista no estructurada

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial	
Entrevista no estructurada		
Área:	Desenrollado de trozas	
Realizado por:	Johan Flores	Revisado por: Ing. Christian Ortiz
1. ¿Cuáles son los principales procesos involucrados en el área de desenrollado y cuál es su importancia en la producción de la empresa?		
En el área de desenrollado, los procesos clave incluyen el almacenamiento y selección de trozas, el descortezado y el desenrollado. Estos procesos son vitales, ya que representan puntos cruciales de control y transformación donde se maneja la materia prima, dando inicio a la producción de tableros contrachapados.		
2. ¿Cuáles son los principales problemas que enfrenta el área de desenrollado en términos de eficiencia?		
Los desafíos principales en eficiencia en el área de desenrollado abarcan desde averías y paradas no planificadas en la maquinaria hasta la calidad de las trozas. Trozas defectuosas o de baja calidad pueden retrasar el proceso, y la falta de experiencia y métodos de trabajo ineficientes afecta el rendimiento de los procesos		
3. ¿Disponen de tiempos estándar establecidos para llevar a cabo las tareas en el área de desenrollado?		
No existen tiempos estándar establecidos, ya que el procesamiento varía según las dimensiones y calidad de las trozas en el área de desenrollado.		
4. ¿Considera que llevar a cabo un estudio de tiempos y movimientos en el área podría ser provechoso para mejorar la eficiencia de la producción?		
La realización de un estudio de tiempos y movimientos en el área sería beneficioso para identificar tiempos improductivos y mejorar la eficiencia de la producción.		
5. ¿Está usted al tanto de cuál es la producción máxima diaria que el área puede alcanzar?		
Aunque se lleva un registro diario de las trozas procesadas, la producción máxima diaria está condicionada por las dimensiones de las trozas y las actividades de la maquinaria, como la limpieza y otras interrupciones.		
6. ¿Se utilizan indicadores específicos para evaluar la eficiencia en el área de desenrollado?		
Se utiliza un registro diario específicamente en el proceso de desenrollado de trozas para evaluar la eficiencia, registrando el diámetro de la troza procesada y el material sobrante.		
7. ¿Qué técnicas o herramientas de mejora continua se han implementado en el área de desenrollado? ¿Se han obtenido los resultados esperados?		
Se han implementado técnicas de mejora continua en el área de desenrollado, logrando resultados positivos en el aprovechamiento de la troza, la limpieza del área de trabajo y la organización de tareas, reduciendo desperdicios y manteniendo un registro eficiente..		
8. ¿Se realizan capacitaciones al personal del área de desenrollado para mejorar la eficiencia y precisión en la ejecución de tareas?		
Aunque no se han realizado capacitaciones específicas, el personal del área de desenrollado ha recibido instrucciones de trabajadores con experiencia para mejorar la eficiencia y precisión en la ejecución de tareas.		

Anexo B. Ficha de levantamiento del proceso

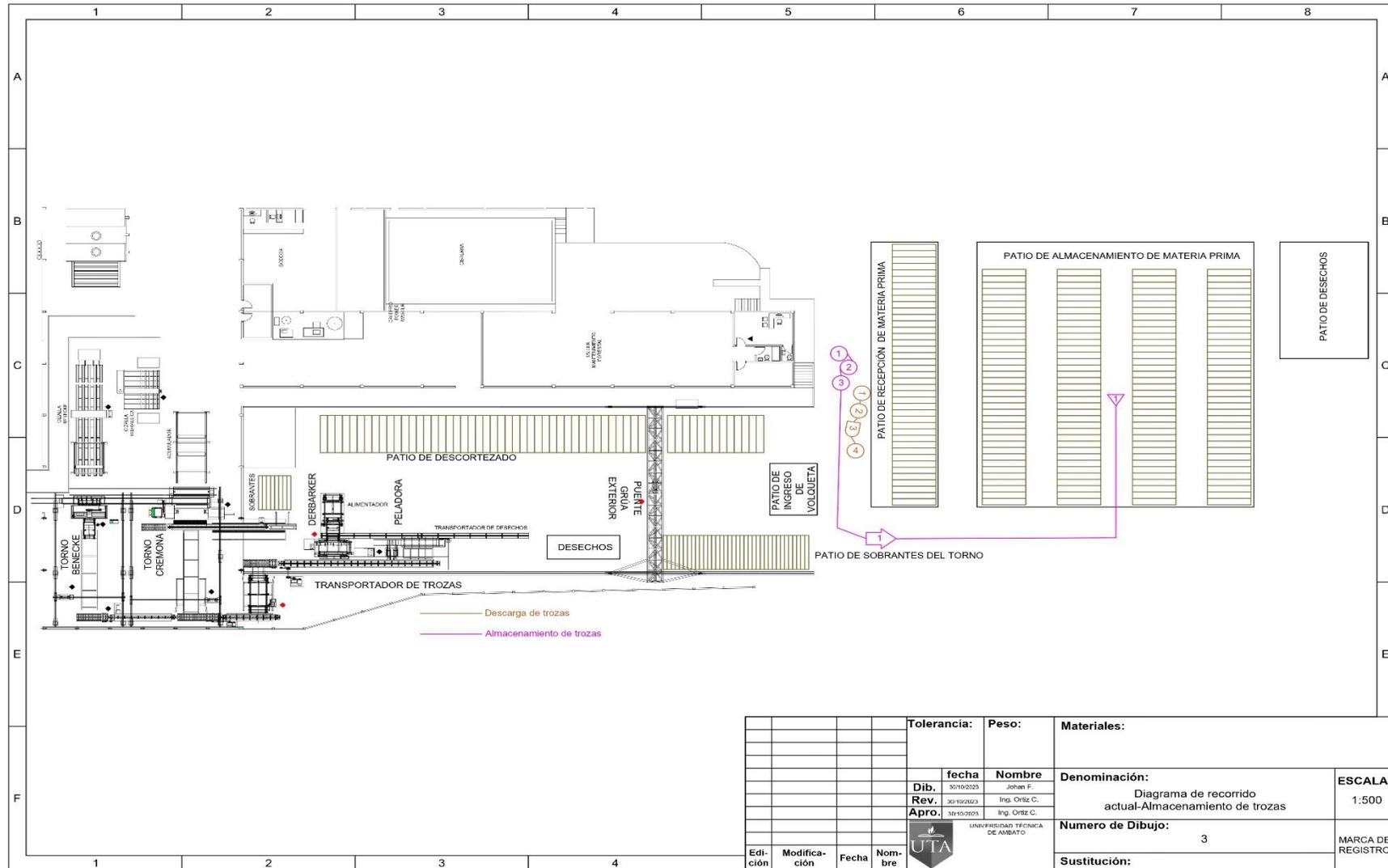
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial			
FICHA DE LEVANTAMIENTO DEL PROCESO					
Área:				Elaborado por:	
Proceso:				Revisado por:	
Subproceso:					
Objetivo:					
Responsable:					
Proveedor:					
Entrada:					
Salida:					
Recursos:					
N°	Actividad	Descripción	Ilustración		

Anexo C. Formato de estudio de tiempos

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial											
Cálculo del Tiempo Normal													
Área:						Elaborado por:							
Proceso:						Revisado por:							
Subproceso:						Aprobado por:							
Act	N° Obs	Numero de observaciones (min)								TO	FD	F	TN
		1	2	3	4	5	6	7	8				
		9	10	11	12	13	14	15					
TO: Tiempo Observado; FD: Factor de Desempeño; F: Frecuencia por ciclo; TN: Tiempo Normal													

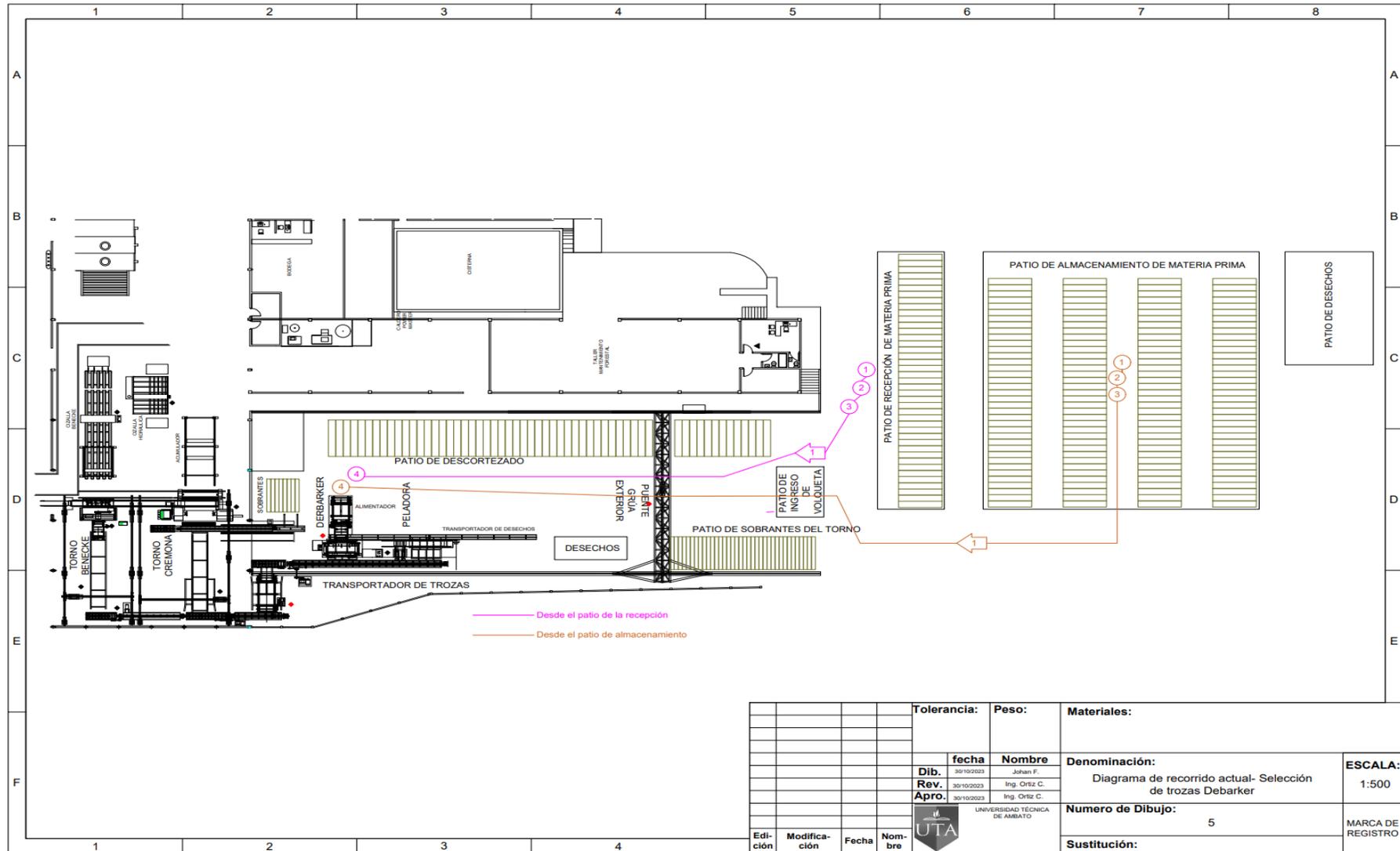
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial							
Cálculo de Tiempo Estándar									
Área:		Desenrollado				Elaborado por:		Johan Flores	
Proceso:		Descortezado de trozas				Revisado por:		Ing. Christian Ortiz	
Subproceso:		Descortezado de trozas en la Peladora				Aprobado por:		Ing. Christian Ortiz	
N°	Actividad					TN (min)	S (%)	TE (min)	
TN: Tiempo normal; S: Suplementos; TE: Tiempo estándar									

Anexo D. Diagrama de recorrido actual para el Almacenamiento de trozas



				Tolerancia:	Peso:	Materiales:	
				fecha	Nombre	Denominación:	
				Dib. 30/10/2023	Johan F.	Diagrama de recorrido actual-Almacenamiento de trozas	
				Rev. 30/10/2023	Ing. Orlyz C.	ESCALA:	
				Apro. 30/10/2023	Ing. Orlyz C.	1:500	
				 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		Numero de Dibujo:	
						3	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Sustitución:		MARCA DE REGISTRO	

Anexo F. Diagrama de recorrido actual de la selección de trozas para la Debarker



Anexo H. Certificado de calibración del cronometro



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
Accredited Calibration Laboratory ISO/IEC 17025:2017



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Certificate of Calibration
N° CC-2271-002-23



Cliente: <i>Customer</i>	Arboriente S.A	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los estándares nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)
Dirección: <i>Address</i>	CALLE VENEZUELA S/N Y BERNARDINO ECHEVERRÍA	
Teléfono: <i>Phone Number</i>	099 299 9104	
Persona de Contacto: <i>Contact Person</i>	Angeles Maldonado	Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones, el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.
Objeto: <i>Item</i>	CRONÓMETRO 	<i>This calibration certificate documents the traceability to national standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI)</i>
Marca: <i>Manufacturer</i>	ELICROM	
Modelo: <i>Model</i>	PS532	<i>In order to ensure the quality of their measurements, the user is obliged to have the object recalibrated at appropriate intervals.</i>
No. de Serie⁽¹⁾: <i>Serial Number</i>	NO ESPECIFICA	
Identificación: <i>Identification</i>	E-31565	
Ubicación del Objeto⁽¹⁾: <i>Item Location</i>	NO ESPECIFICA	
Fecha de Recepción: <i>Date of Receipt</i>	2023-11-19	
Fecha de Calibración: <i>Calibration Date</i>	2023-11-19	
Próxima Fecha de Calibración: <i>Due Date</i>	-	
Técnico Responsable: <i>Responsible Technician</i>	Anthony Bajaña	

Persona que Autoriza / Fecha de Emisión: Ing. Savino Pineda / 2023-04-20
Person authorizing / Date of Issue

Gerente Técnico

Anexo I. Certificado de calibración de la cinta métrica



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO ISO/IEC 17025:2017

Accredited Calibration Laboratory ISO/IEC 17025:2017



Accreditación N° SAE.LC.10-009
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN
Ver el informe en www.sae.gub.ec

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Certificate of Calibration N° CC-2271-001-23

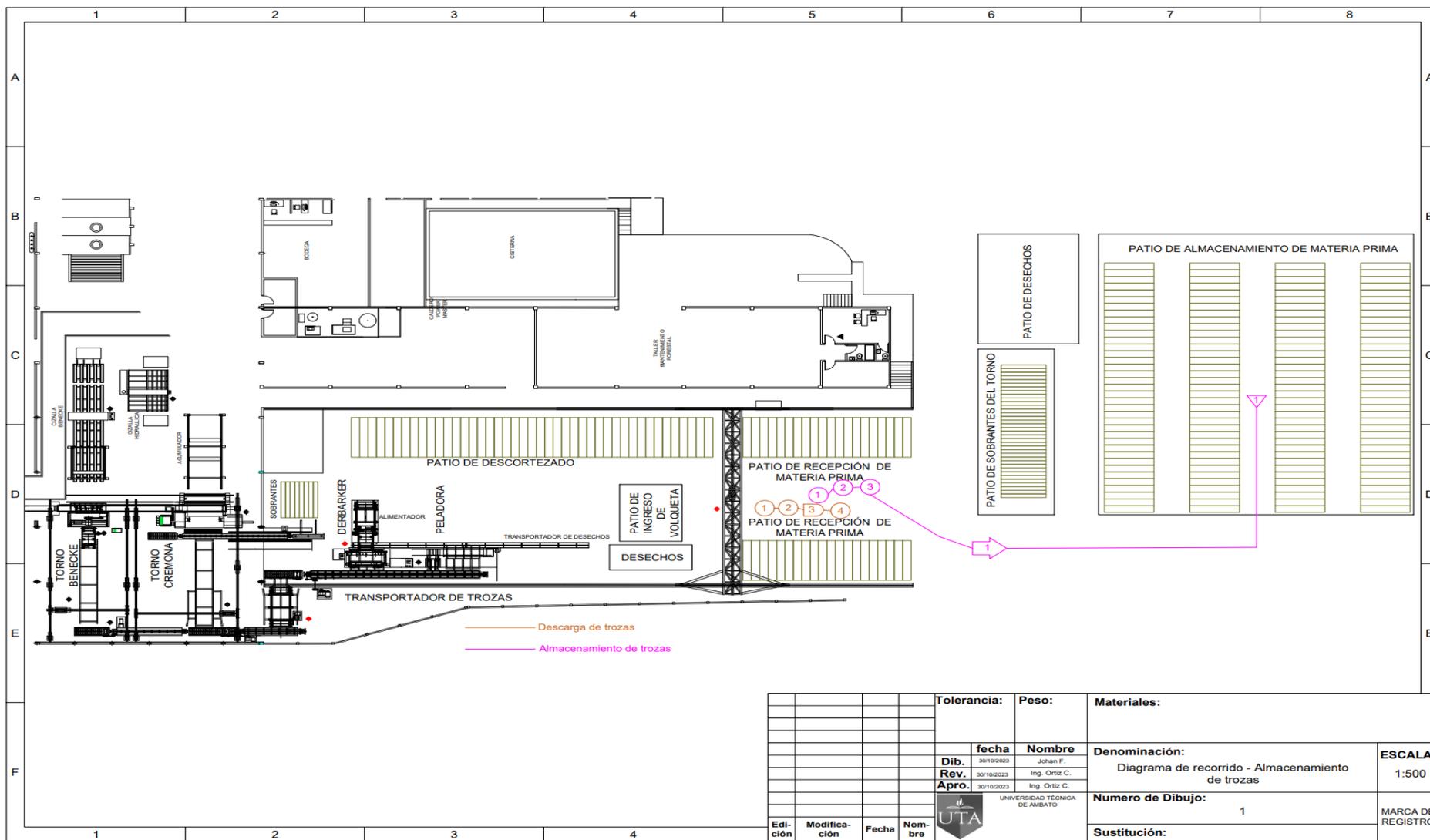


Cliente: <i>Customer</i>	Arboriente S.A	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los estándares nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)
Dirección: <i>Address</i>	CALLE VENEZUELA S/N Y BERNARDINO ECHEVERRÍA	
Teléfono: <i>Phone Number</i>	099 299 9104	Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones, el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.
Persona de Contacto: <i>Contact Person</i>	Ángeles Maldonado	
Objeto: <i>Item</i>	CINTA MÉTRICA 	
Marca: <i>Manufacturer</i>	TRUPER	<i>This calibration certificate documents the traceability to national standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI)</i>
Modelo: <i>Model</i>	TP20ME	
No. de Serie⁽¹⁾: <i>Serial Number</i>	NO ESPECIFICA	<i>In order to ensure the quality of their measurements, the user is obliged to have the object recalibrated at appropriate intervals.</i>
Identificación: <i>Identification</i>	E-31551	
Ubicación del Objeto⁽¹⁾: <i>Item Location</i>	NO ESPECIFICA	
Fecha de Recepción: <i>Date of Receipt</i>	2023-11-19	
Fecha de Calibración: <i>Calibration Date</i>	2023-11-19	
Próxima Fecha de Calibración: <i>Due Date</i>	-	
Técnico Responsable: <i>Responsible Technician</i>	Alex Bajaña	

Persona que Autoriza / Fecha de Emisión: Ing. Savino Pineda / 2023-04-19
Person authorizing / Date of Issue

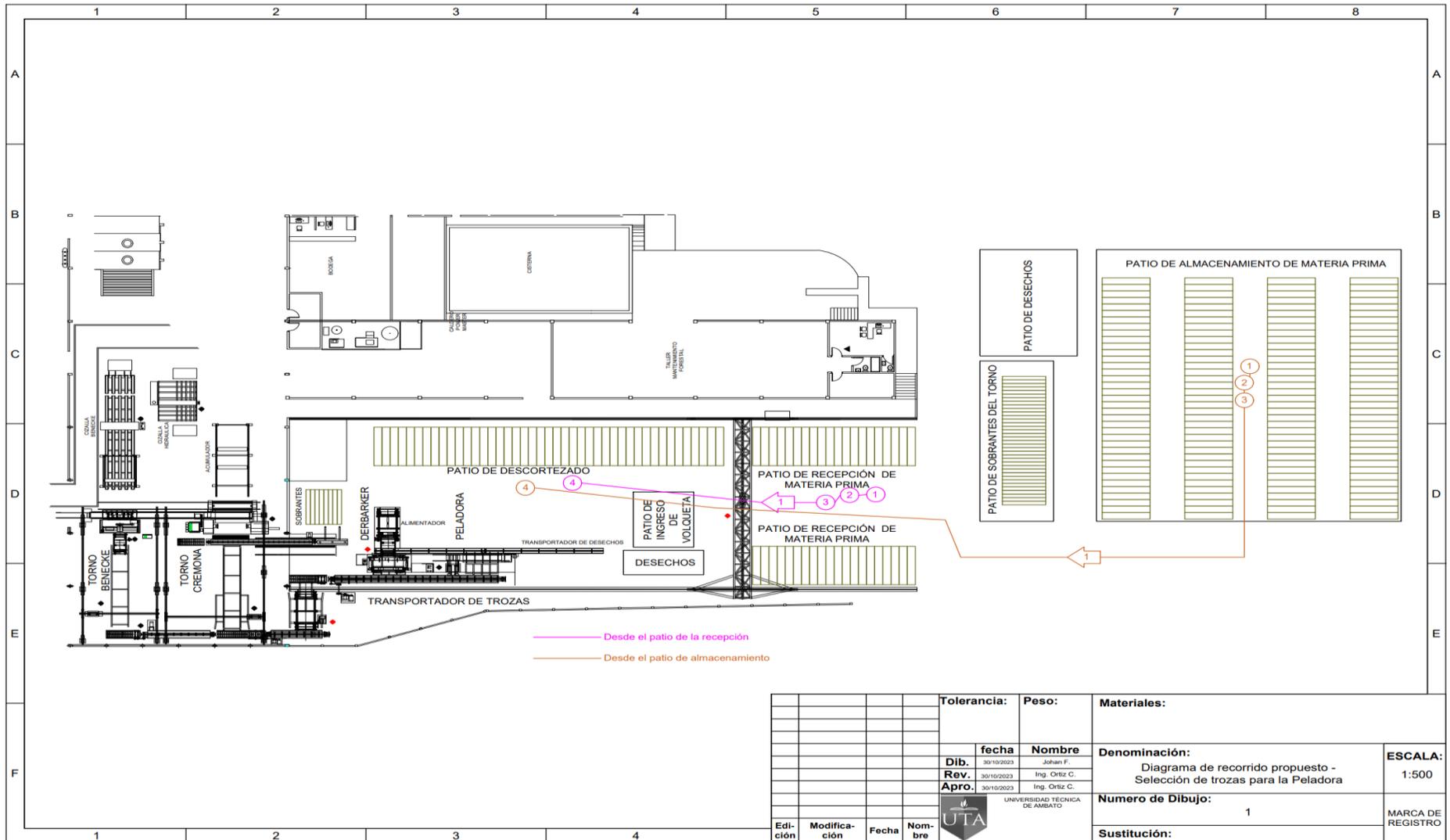
Gerente Técnico

Anexo J. Diagrama de recorrido propuesto para el Almacenamiento de trozas



				Tolerancia:	Peso:	Materiales:		
				Dib.	fecha	Nombre	Denominación: Diagrama de recorrido - Almacenamiento de trozas	
				Rev.	30/10/2023	Johann F.		
				Apro.	30/10/2023	Ing. Ortíz C.		
				UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO				ESCALA: 1:500
Edición	Modificación	Fecha	Nombre					Numero de Dibujo: 1
								MARCA DE REGISTRO

Anexo K. Diagrama de recorrido propuesto de la selección de trozas para la Peladora



Anexo L. Diagrama de recorrido propuesto de la selección de trozas para la Debarker

